

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРИВОДА

Д.В. Топольский, И.Г. Топольская

Умное производство в своем развитии постоянно старается снижать свои эксплуатационные расходы. Одним из активно развивающихся направлений развития интеллектуальных систем управления является мониторинг состояния оборудования. Мониторинг состояния помогает не только предотвратить внезапный выход компонентов оборудования из строя, но и заранее определить реальный срок их службы, что способствует разработке целесообразного плана остановок оборудования и проведения ремонтных работ. Автоматизация диагностики оборудования требует новых решений. В представленной статье предлагается бесконтактная технология мониторинга состояния интеллектуального электропривода. Технология основана на мониторинге усилий, передаваемых вращающимися частями электрических приводов за счет вычисления вращающего момента электрических двигателей. Исходными данными для вычисления вращающего момента являются измеренные значения токов, напряжений и скорости вращения в электроприводе, а также собственные параметры электродвигателей. Автоматизация мониторинга оборудования осуществляется путем использования универсальной системы диспетчеризации и сбора данных. В ходе исследования была предложена программно-аппаратная реализация подхода к диагностике состояния электропривода. Приведены результаты моделирования состояния электропривода в SCADA.

Ключевые слова: электрический привод, умное производство, SCADA, мониторинг состояния, вращающий момент, асинхронный двигатель.

Энергоэффективность и энергосбережение являются передовыми направлениями в современном развитии науки и техники в энергетическом секторе. Известно, что крупнейшим потребителем электроэнергии является электрический привод, являющейся неотъемлемой частью большинства технологических процессов. Основное техническое решение энергетической задачи в массовых применениях сегодня является применение электропривода с эффективными алгоритмами управления.

На сегодняшний момент одним из основных типов интеллектуального привода является электропривод переменного тока. Основой адаптивного

управления такого привода является качественное регулирование координатами асинхронного двигателя, входящего в состав электропривода переменного тока, в реальном масштабе времени. Наряду с традиционными требованиями управления асинхронным двигателем по скорости расширяется потребность управления электроприводом по вращающему моменту и выходной мощности (электропривод транспортных средств, систем водоснабжения, производственно-технологических линий). С целью расширения возможностей систем управления технологическими процессами имеется возможность получения информации о перечисленных параметрах непосредственно из структуры привода.

Постоянная диагностика вращающегося оборудования предоставляет данные, на основе которых можно делать выводы о состоянии оборудования. Прогнозирующее обслуживание требует подробной информации о состоянии электропривода [1–3]. Однако использование асинхронных двигателей в двойном назначении как преобразователя энергии, и как измерителя таких важнейших параметров как, выходная мощность и вращающий момент, не получило еще достаточного развития. Непосредственное использование асинхронных двигателей для оценки определения вращающегося момента позволит отказаться от потенциально ненадежных дополнительных устройств и датчиков на вращающихся валах и заменой их относительно дешевыми средствами электроники и вычислительной техники. Это позволит представлять информацию об измеренных величинах в стандартном виде и в дальнейшем легко обрабатывать или передавать данные в системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) [4, 5].

Постоянно увеличивающееся количество интеллектуальных производственных систем вызывает необходимость в разработке оптимизированных стратегий технического обслуживания электроприводов для снижения эксплуатационных расходов. Из-за высокой стоимости специализированных систем мониторинга состояния, использование данных из универсальной SCADA для контроля и мониторинга инфраструктуры является привлекательным.

Существует ряд тенденций в развитии методов и средств измерения вращающегося момента асинхронного двигателя. Прежде всего, развиваются электромеханические системы в совокупности с измерительными каналами, использующими цифровую запись мгновенных процессов. Одновременно улучшаются существующие и разрабатываются новые методы и алгоритмы обработки и представления информации [6, 7].

Предлагаемый метод мониторинга состояния базируется на контроле за энергетическими преобразованиями, происходящими в асинхронном двигателе, и ориентирован на применение в этих целях современных измерительных и вычислительных средств [8, 9].

Осуществление подобной разработки позволит существенно расширить сферу применения асинхронных двигателей, повысить качественные показатели систем управления, снизить массогабаритные показатели, а также расход материалов и потребляемой энергии. В связи с этим бесконтактный мониторинг состояния электропривода на производстве является актуальной научно-технической задачей.

Пока не получила достаточного внимания разработка информационно-измерительных систем в структуре электропривода для сбора данных о его вращающихся частях. Эти системы предназначены для постоянной установки в качестве решения для мониторинга состояния, а не в качестве краткосрочного диагностического измерительного устройства, и их выходы могут быть интегрированы в обычные производственные системы.

В качестве технического решения для реализации информационно-измерительной системы мониторинга состояния была использована OPC-технология [10]. Данная технология обеспечивает независимость пользователей от наличия или отсутствия драйверов или протоколов, что позволяет выбирать оборудование и программное обеспечение, наиболее полно отвечающее реальным потребностям.

Алгоритм внедрения такой технологии представляет следующий порядок:

1. Первоначально необходима настройка OPC-сервера на прием буферизированных/не буферизированных данных о токах, напряжениях в каждой фазе трехфазного асинхронного двигателя и передачу данных в SCADA.

2. После создания потока отчетов с датчиков, нужно настроить OPC-сервер для приёма этих отчетов, их архивирование и дальнейшей доставки до SCADA. Для того чтобы настроить OPC-сервер на приём данных, также нужно параметры модели асинхронного двигателя, входящего в состав интеллектуального электропривода, загрузить в конфигуратор OPC-сервера.

3. В свою очередь, конфигуратор настроит OPC-сервер на прием отчетов. OPC-сервер будет принимать отчеты и сопоставлять с полученной конфигурацией (рис. 1).

4. После сопоставления OPC-сервер будет архивировать полученные данные в соответствующих объектно-ориентированных переменных.

Архивация нужна для аварийных ситуаций, когда нужно разобраться в некоторой ситуации, случившейся ранее. В этом случае поднимаются архивы данных, в них отыскиваются данные, которые не дошли до SCADA, на основании их анализа выясняется причина возникновения неполадки, а затем она устраняется.

5. После архивации, данные передаются в SCADA. Для этого, запускают OPC-сервер на передачу данных, указывая необходимые параметры. Так как OPC-сервер базируется на платформенно-независимых протоколах, то SCADA автоматически воспринимает поток данных, идущих от

ОПС-сервера. Вследствие того, что SCADA и ОПС-сервер обмениваются информацией по платформенно-независимому протоколу, то названия и вложенности объектно-ориентированных переменных и объектов передаются и распознаются однозначно.

Для настройки SCADA разработчик обязан совместить названия и адреса входящих от ОПС-сервера переменных с заготовленными внутренними переменными SCADA. Так же, как и на ОПС-сервере, нужно в SCADA настроить архивацию данных. После приема SCADA первых значений нужно задать SCADA-данные, необходимые для вычисления момента, мощности и т. п.

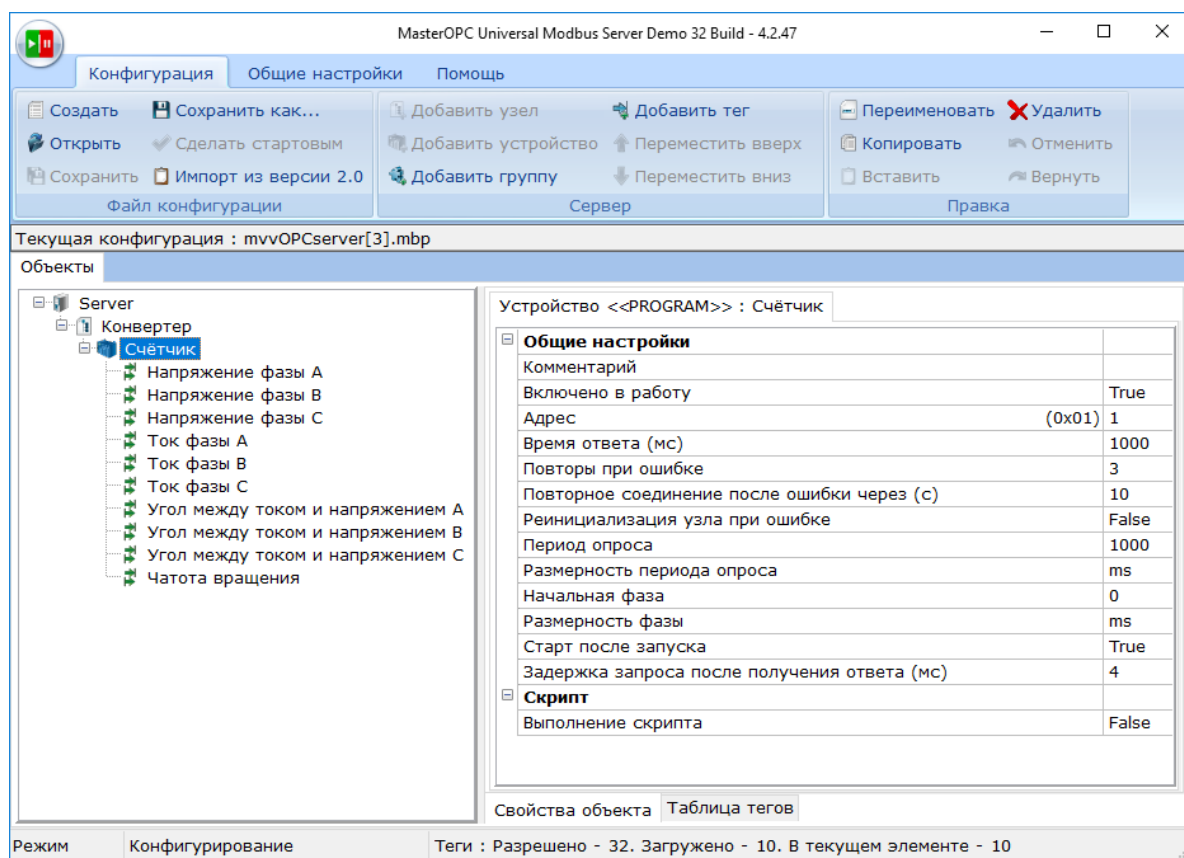


Рис. 1. Настройка ОПС-сервера

При программной реализации алгоритмов взаимодействия асинхронного электропривода внутри технологического процесса в проекте SCADA-системы было создано дерево системы, которое отображает все переменные, поступающие от ОПС-сервера. Именно с этими переменными может работать SCADA. После создания дерева системы, нужно реализовать дерево объектов. Дерево системы и дерево объектов созданного проекта представлено на рис. 2.

В дереве объектов находятся не только принимаемые от ОПС-сервера переменные, содержащие информацию об измерениях, но и расчетные. Та-

кие величины, как мощности, а также вращающий момент нужно вычислять, чтобы затем по вычисленным значениям наблюдать за ситуацией в электроприводе.

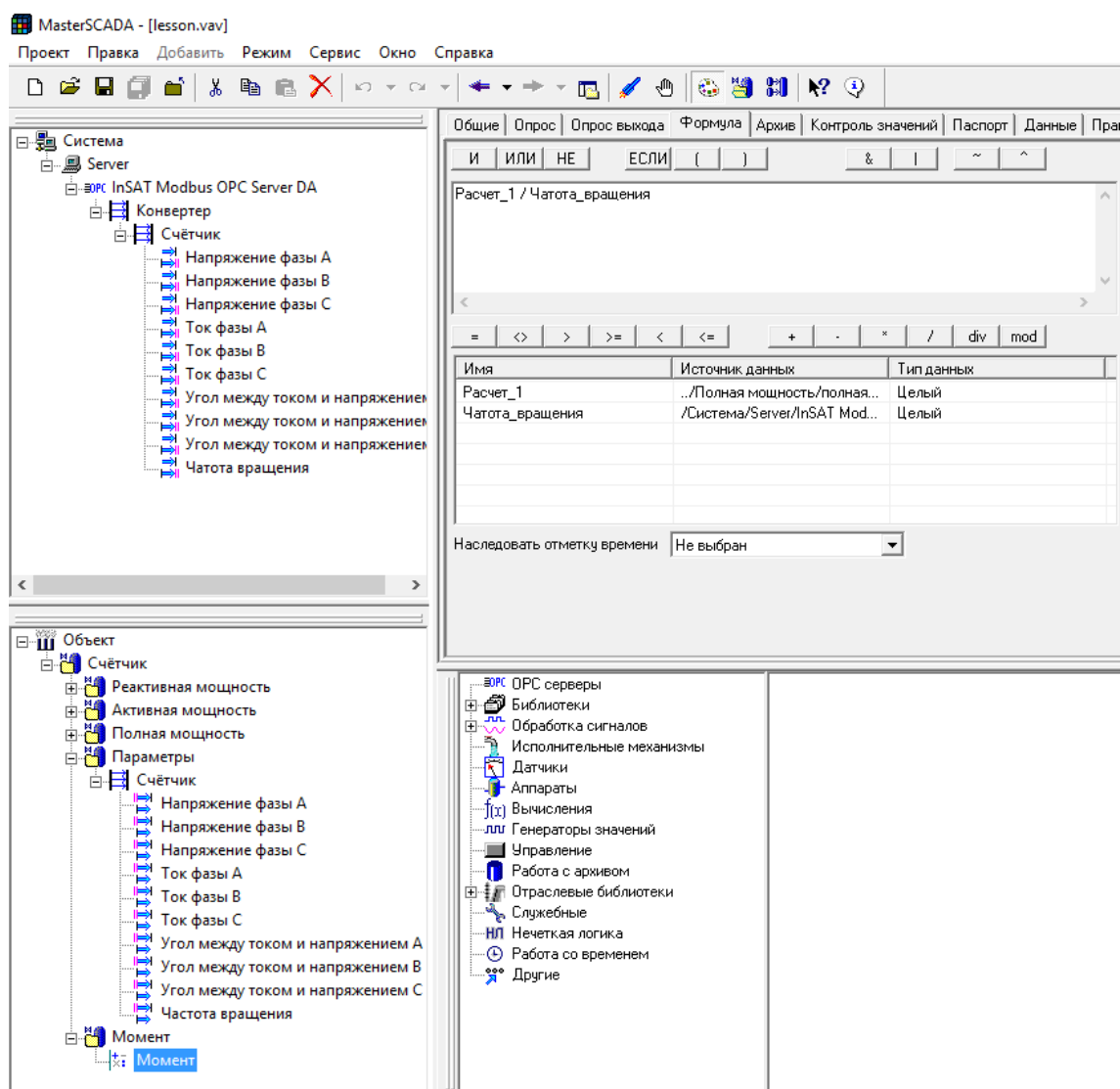


Рис. 2. Дерево системы и дерево объектов

Таким образом, для программной реализации алгоритмов взаимодействия электропривода внутри технологического процесса был создан и протестирован проект для универсальной SCADA-системы MasterSCADA [11] (рис. 3).

Рассматриваемая система на основе модели измеряет токи, напряжения и скорость вращения, когда двигатель работает, а затем автоматически создает математическую модель взаимосвязи между заданным вращающим моментом и измеренными величинами, а также собственными параметрами двигателя. Отклонения между заданным и моделируемым вращающим моментом представляют собой недостатки в системе двигателя и приводного оборудования.

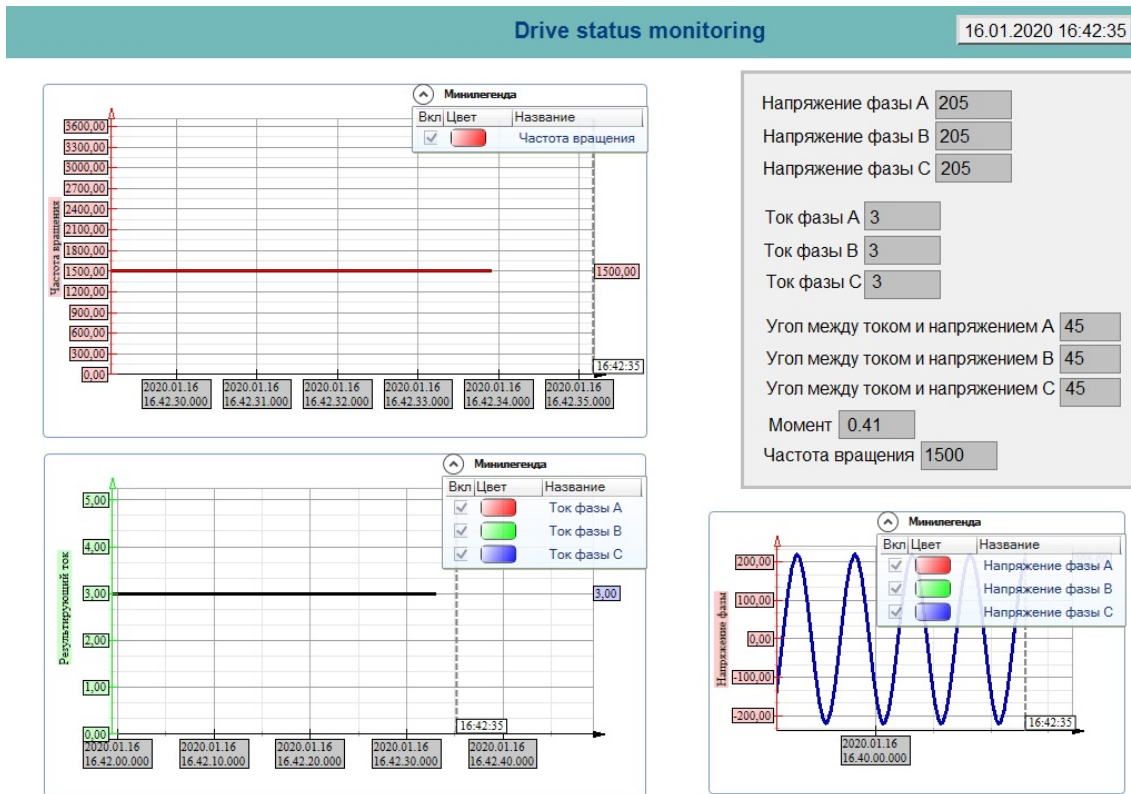


Рис. 3. Тестирование проекта мониторинга состояния

Заключение. На основании результатов исследования можно сделать ряд выводов.

1. Анализ исследований проблем интеллектуальных технологий в электроприводе показывает, что разработка новых алгоритмов условного контроля электроприводов может привести к значительному улучшению использования производственных ресурсов.
2. Разработанный алгоритм мониторинга соответствует требованиям к алгоритмам киберфизических устройств, интегрированных в структуру интеллектуальных промышленных систем.
3. Предложенный подход к мониторингу состояния ориентирован на внедрение с использованием универсального программного обеспечения, позволяющего снизить производственные затраты.
4. Программные и аппаратные решения для созданного алгоритма условного мониторинга показывают неоднозначность возможных подходов к их реализации, что обусловлено требованиями к различным применениям электроприводов.

Библиографический список

1. Васильев, Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода: учебник / Б.Ю. Васильев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 268 с.

2. Симаков, Г.М. Энергоэффективное управление электроприводом переменного тока: монография / Г.М. Симаков, Ю.П. Филюшов. – Новосибирск: НГТУ, 2016. – 243 с.
3. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в тепло-энергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. – СПб: Лань, 2013. – 176 с.
4. Подлесный, А.М. MasterSCADA 4D – отечественная платформа для программирования контроллеров / А.М. Подлесный // Журнал «ИСУП». – 2018. – № 1(73). – С. 43 – 45.
5. Бойков, В.И. Интегрированные системы проектирования и управления / В.И. Бойков, Г.И. Болтунов, О.К. Мансурова. – СПб: НИУ ИТМО, 2010. – 163 с.
6. Кучер, Е.С. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие / Е.С. Кучер, Д.А. Котин. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 152 с.
7. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод: учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – 2-е изд., стер. – СПб: Лань, 2018. – 464 с.
8. The Energy Method for Monitoring the Instantaneous State and the Formation of a Synchronous Motor Control Variables / V.I. Smolin, I.G. Topolskaya, G.I. Volovich, Ieee // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – 2016.
9. Smolin, V.I., «Measurement of a Torque of the Electrical Machines According to Their Electrical Parameters» / V.I. Smolin, D.V. Topolsky, and N.N. Gudaev // in *Power Electronics and Applications: EPE Association, Brussels*. – 1997. – Vol. 4, № 3. – P. 3.305– 3.307.
10. Кангин, В.В. Разработка SCADA-систем: учебное пособие / В.В. Кангин, М.В. Кангин, Д.Н. Ямолдинов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 564 с.
11. «ИнСАТ». [Online]. – Available at: <https://insat.ru/>.

[К содержанию](#)