

Учебно-исследовательский комплекс

«Современные электроприводы постоянного и переменного тока Siemens»

Рустам Хусаинов, к. т. н.
Андрей Качалов, к. т. н.

rzh@susu.ac.ru

В настоящий момент ведущие высшие учебные заведения России стремятся развивать наукоемкую часть своей деятельности: обеспечение качественной подготовки не только студентов, но и молодых ученых, исследователей является одной из приоритетных задач. А для проведения научных экспериментов и опытно-конструкторских работ требуется высококачественное современное исследовательское оборудование, которое может успешно использоваться и в образовательном процессе.

В соответствии с запросом, поступившим от Дальневосточного федерального университета (ДФУ), специалисты научно-производственного предприятия (НПП) «Учтех-Профи» разработали новый учебно-исследовательский комплекс по изучению электроприводов фирмы Siemens, предназначенный для проведения научных изысканий

сотрудниками кафедры судовой энергетики и автоматики инженерной школы ДВФУ.

В данном комплексе сосредоточены самые современные технологии по управлению электроприводами постоянного и переменного тока, поскольку в структуре комплекса представлены новейшие электроприводы фирмы Siemens, построенные на базе:

- преобразователя постоянного тока Sinamics DCM;
- преобразователя частоты Sinamics G120;
- сервопривода Sinamics S120.

Оборудование комплекса предназначено для работы с тремя типами электродвигателей, которые расположены на общем основании (Осн) электромашиного агрегата (рис. 1):

- двигателем постоянного тока независимого возбуждения (M1);
- асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором (M2);
- синхронным электродвигателем с постоянными магнитами (M3).

Данные двигатели являются представителями трех наиболее часто используемых на практике типов электрических машин. Все электрические машины имеют мощность 2,2 кВт, номинальные скорости вращения согласованы. Каждая машина снабжена собственным датчиком скорости/положения ротора — импульсным энкодером (Д1, Д2, Д3), что позволяет исследовать каждый электропривод как отдельно, так и в совместной работе с другими приводами (например, один из приводов в режиме двигателя, второй — в режиме генератора). Кроме этого, такой способ построения системы позволяет изучить работу электроприводов в различных режимах работы (поддержания момента, скорости и угла, рекуперации энергии), создавать высококачественные замкнутые системы регулирования, обладающие высокой точностью и динамическими показателями.

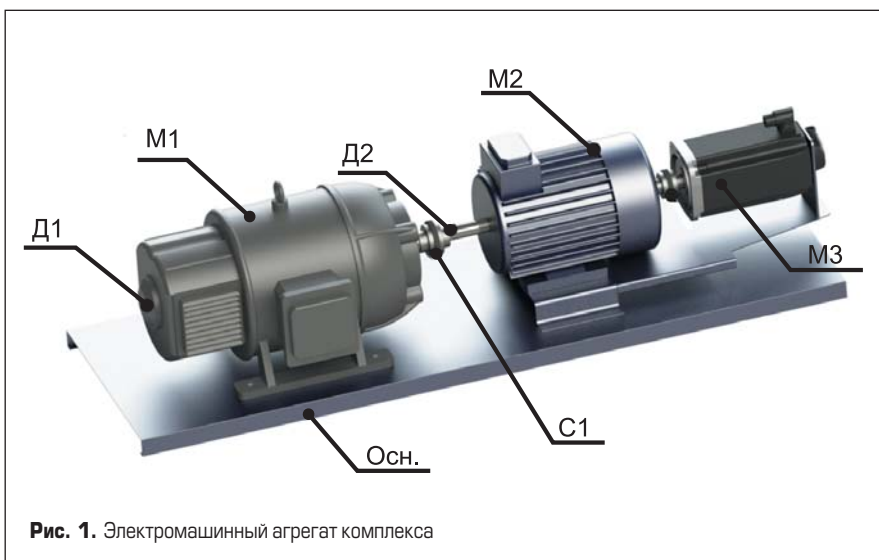


Рис. 1. Электромашинный агрегат комплекса

Соединение двигателей выполнено посредством электромагнитных муфт (C1, C2), позволяющих использовать двигатели независимо друг от друга, а также формировать соединения «исследуемая машина — нагрузочная машина» в любой комбинации. Это дает возможность исследовать электроприводы в полном диапазоне изменения скоростей

и момента на валу как в двигательном, так и в генераторном режимах работы, что особенно важно при определении диапазона регулирования скорости.

Упрощенная функциональная схема комплекса представлена на рис. 2.

Каждый электродвигатель запитан от соответствующего полупроводникового пре-

образователя с соблюдением рекомендаций производителя: все электроприводы снабжены сетевыми фильтрами, коммутационными реакторами, трехфазными дросселями, в соответствующих цепях установлены быстродействующие предохранители и защитное коммутационное оборудование.

Для управления преобразователями, сбора с них данных, организации их работы по сети Profinet в комплексе используется программируемый логический контроллер (ПЛК) Simatic S7-1500 в составе автоматизированного рабочего места оператора (рис. 3), что дополнительно расширяет функциональные возможности комплекса.

На рис. 4 представлен общий вид разработанного и изготовленного комплекса, каждый

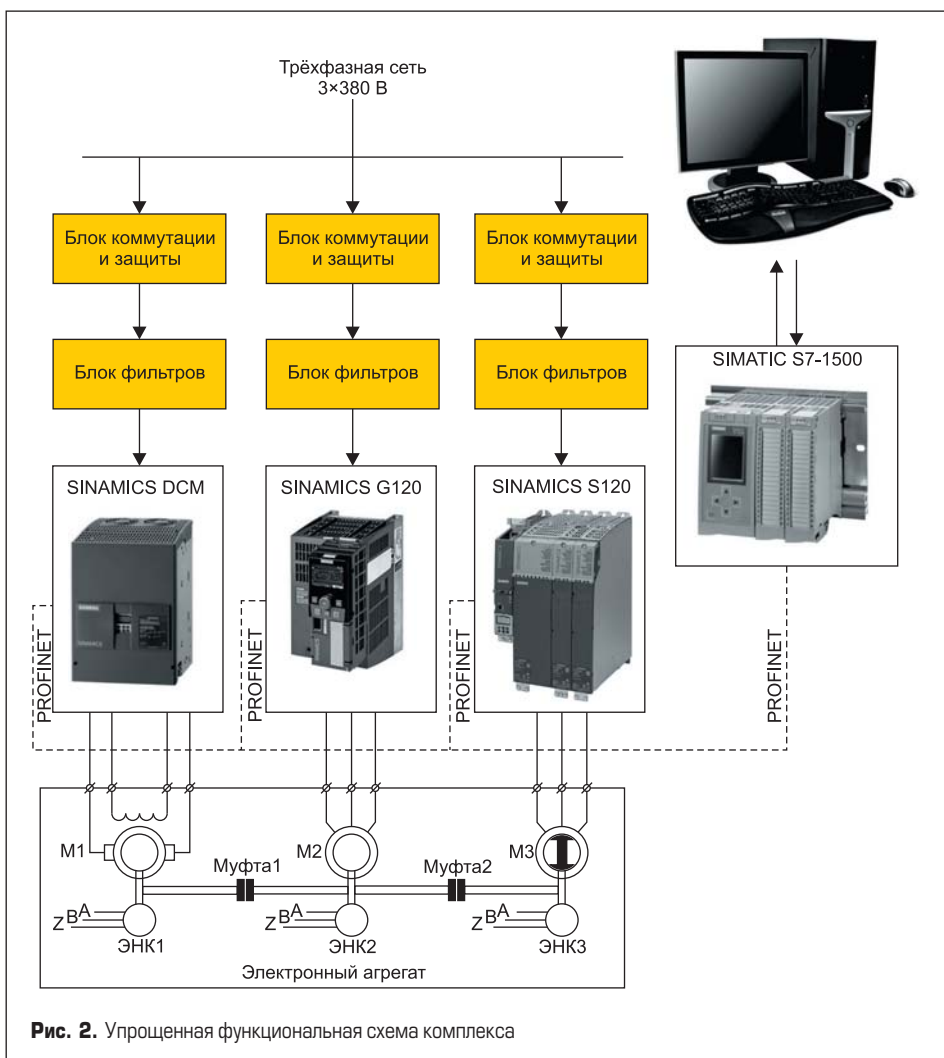


Рис. 2. Упрощенная функциональная схема комплекса

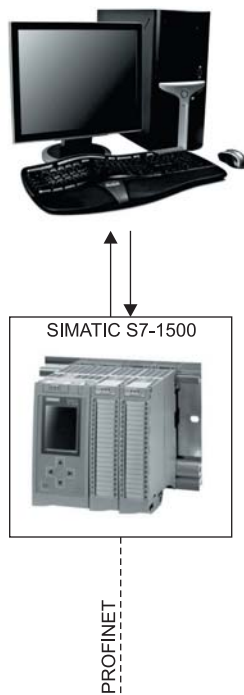


Рис. 3. Автоматизированное рабочее место оператора



Рис. 4. Внешний вид учебно-исследовательского комплекса «Современные электроприводы постоянного и переменного тока Siemens»

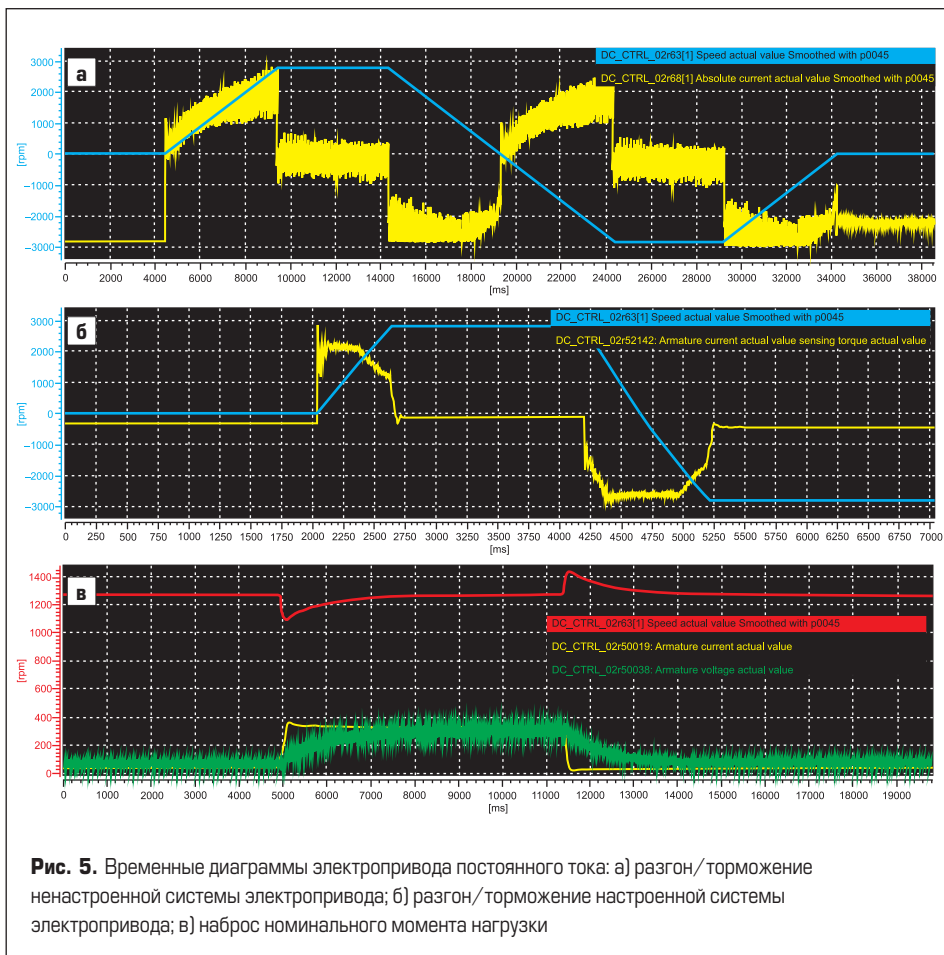


Рис. 5. Временные диаграммы электропривода постоянного тока: а) разгон/торможение ненастроенной системы электропривода; б) разгон/торможение настроенной системы электропривода; в) наброс номинального момента нагрузки

привод в котором в целях удобства изучения и наладки размещается в отдельном шкафу управления.

Работа с оборудованием фирмы Siemens требует хорошей квалификации персонала, а также, особенно на начальном этапе, существенных временных затрат. Использование фирменного программного обеспечения SIEMENS STARTER, его графического интерфейса позволяет вникнуть в структуру систем управления электроприводов постоянного и переменного тока, разобраться с назначением основных параметров электроприводов, понять взаимосвязь отдельных функциональных блоков, провести настройку САР, а также оценить качество работы полученной системы регулирования как в статических, так и в динамических режимах работы.

В качестве примера на рис. 5 приведены временные диаграммы работы системы «Тиристорный преобразователь — двигатель постоянного тока».

На рис. 5а показаны временные диаграммы тока и скорости ненастроенной системы электропривода. Диаграммы тока якоря имеют ярко выраженную колебательность, что проявляется в существенном разбросе мгновенных значений тока. При корректировке значений коэффициентов усиления и постоянных времени регуляторов тока и скорости электропривод начинает работать более устойчиво, пульсации тока снижаются (рис. 5б).

На рис. 5в представлены диаграммы процесса наброса номинального момента нагрузки на электродвигатель постоянного тока. В начальный момент времени происходит динамическая просадка скорости, однако затем замкнутая система регулирования повышает выходное напряжение якорного преобразователя, что приводит к «вытягиванию» и стабилизации скорости на прежнем уровне.

В статических режимах получены диапазоны регулирования скорости электроприводов в системе, замкнутой по скорости:

- привод постоянного тока на базе тиристорного преобразователя Sinamics DCM и электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения — 150:1;
- привод переменного тока на базе Sinamics G120 и асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором — 60:1;
- привод переменного тока на базе Sinamics S120 и синхронного электродвигателя с постоянными магнитами — 3000:1.

Естественно, полученные показатели систем электропривода не являются окончательными и максимальными, они определяются типом используемых датчиков обратной связи, качеством настройки замкнутой системы, используемыми типами электродвигателей. Тем не менее разработанный комплекс позволяет произвести сравнительную оценку всех описанных систем электропривода и оценить возможности преобразователей по управле-

нию электродвигателями, что, несомненно, делает его ценным инструментом в руках инженеров и исследователей.

Для раскрытия функционала используемого оборудования сотрудниками научно-производственного предприятия «Учтех-Профи» сформирован начальный перечень исследовательских работ, выполняемых на изготовленном оборудовании. Этот перечень может быть легко расширен при углубленном изучении электроприводов Siemens. Перечень содержит следующие работы:

- Настройка замкнутой системы и снятия статических и динамических характеристик системы «Тиристорный преобразователь — двигатель постоянного тока» (ТП-ДПТ) (обратная связь по ЭДС, напряжению, скорости).
- Исследование замкнутой системы двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока.
- Снятие характеристик системы «Преобразователь частоты — асинхронный двигатель» (ПЧ-АД) в разомкнутой системе управления (скалярное управление, компенсация скольжения, энергосбережение, конфигурируемая характеристика U/f , бездатчиковое управление).
- Снятие статических и динамических характеристик замкнутой системы «ПЧ-АД».
- Снятие характеристик системы «Преобразователь частоты — Синхронный двигатель» (ПЧ-СД) в разомкнутой системе управления.
- Снятие статических и динамических характеристик системы «ПЧ-СД» в замкнутой системе управления.

НПП «Учтех-Профи» имеет обширный опыт работы с оборудованием фирмы Siemens. На протяжении последних пяти лет ведется разработка стендов по промышленной автоматизации Siemens: успешно выпускаются стенды с применением контроллеров начального уровня (Siemens Logo!), более мощных контроллеров семейства Simatic S7-300, предназначенными для решения широкого круга общепромышленных задач, а также контроллеров нового поколения Simatic S7-1200, S7-1500. Линейка стендов позволяет изучить как непосредственно ПЛК, так и системы HMI (человеко-машинного интерфейса) на базе сенсорных панелей оператора и SCADA. Имеется опыт по использованию в учебных и исследовательских стендах электроприводов Siemens предыдущего поколения — преобразователей постоянного тока Simoreg, преобразователей частоты Micromaster и Simover.

Дальнейшее развитие разработанного комплекса позволит специалистам НПП «Учтех-Профи» создавать многофункциональные учебно-исследовательские системы, предназначенные для проведения работ в области оценки энергоэффективности и производительности современного регулируемого промышленного электропривода.