

### СИСТЕМЫ ШАХТНОЙ СВЯЗИ И СИГНАЛИЗАЦИИ, ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ, ТЕЛЕКОНТРОЛЯ И ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ

Мартынова А.Б., Матул Г.А.

*Политехнический институт, филиал  
ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова», Мирный,  
e-mail: rhinestone94@mail.ru, mailbox428@gmail.com*

Автоматизация производства – это основа развития современной промышленности. Её цель заключается в повышении безопасности работ, увеличении производительности труда, улучшении качества выпускаемой продукции и создании комфортных условий труда для рабочих. В настоящее время большинство установок работают на автоматике или с же с частичным участием человека – очистные и проходческие комбайны с автоматическим управлением, ленточные и скребковые конвейеры с дистанционным и автоматическим управлением, системы и средства автоматического контроля содержания метана и других опасных газов в шахтной атмосфере. Широкое применение в подземных выработках шахт получили системы: шахтной связи и сигнализации, телеуправления, телеконтроля и телесигнализации, которых мы сейчас и рассмотрим.

Каждая система уникальна. Есть системы, которые в случае аварии помогают найти людей, есть системы, определяющие геодинамические опасности. Они очень важные, так как главная цель автоматизации производства – это безопасность работ и рабочих.

Система шахтной стволовой сигнализации и связи предназначена для оперативной сигнализации и связи между машинистом шахтного подъема и персоналом на подъемном сосуде при ведении осмотровых и ремонтных работ в вертикальных шахтных стволах, а на клетевых подъемных установках и для связи между машинистом подъема и пассажирами в клетки в случае экстремальных ситуаций. Такая аппаратура обеспечивает: координацию действий персонала, сбор информации о состоянии объекта, обработка и анализ полученной информации, обнаружение предаварийных и аварийных ситуаций и т.д.

Основные параметры: дальность передачи информации – не менее 2500 м., потребляемая мощность – не менее 150 Вт, выполняемые функции – не менее 22 ед., уровень звука акустических преобразователей при воспроизведении сигналов звукового сопровождения рабочих команд в машинном отделении, измеренный на расстоянии 1 м по рабочей оси получателя – не менее 90 дБА, частота сигнала звукового сопровождения и сигнала вызова длительностью 1...2 с – 8000...2000 Гц, степень защиты – IP30, IP54.

Система работоспособна: при температуре окружающей среды (по Цельсию, °C), в пределах по составным частям от 1 до 40 составляет от минус 10 до 35; при относительной влажности окружающей среды: при температуре 35°C – 100%, а при температуре 25°C – 80%.

Системы телеуправления, телеконтроля и телесигнализации предназначены для управления объектами и контроля за их состоянием на расстоянии и обычно предусматривающая возможность телеуправления. Эти системы наиболее распространены, так как обеспечивают полное выполнение диспетчером функций управления. Известно, что при агрегатном способе построения комплексной системы в ней легко изменять соотношение между числом обслуживаемых объектов и объемом командной и контрольной информации. При больших объемах контрольной информации её обработка производится

ЭВМ, для связи с которой в систему дополнительно вводится устройство сопряжения.

Системы телеуправления характеризуются тем, что выполняемые ими операции осуществляются не прямым воздействием на объект, а в результате промежуточных преобразований подлежащих передаче сообщений (команд и извещений), посылаемых по каналу связи в форме информационных сигналов.

Система телеуправления и телеконтроля средств электрохимзащиты подземных сооружений (СТУК) обеспечивает: контроль и управление напряжением и током защиты станции катодной защиты (СКЗ), контроль сопротивления датчиков коррозии, а также энергозависимое хранение и контроль электроэнергии, потребляемой СКЗ.

Характеристики СТУК: измерение выходного напряжения СКЗ в пределах от 0 до 100 В, точность измерения тока нагрузки СКЗ не более 1 А, точность измерения выходного напряжения СКЗ не более 1 В, температура окружающей среды от -35°C до +50°C, максимальная влажность воздуха 98% (при температуре воздействия до 35°C).

Заключение. Развитие электроники и вычислительной техники оказалось предпосылкой для широкой автоматизации самых разнообразных процессов в промышленности, в научных исследованиях и т.д. Ведь появление автоматизированных измерительных комплексов значительно облегчили задачи человека. Системы шахтной связи и сигнализации, телеуправления, телеконтроля и телесигнализации выполняют главную цель автоматизации производства – повышение безопасности работ, и, таким образом, увеличение производительности труда.

#### Список литературы

1. РМГ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000. (п. 6.14).
2. Российская метрологическая энциклопедия / Под гл. ред. Ю.В. Тарбеева. – Метрологическая академия РФ, 2001.
3. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: – М.: Энергия, 1974.
4. Кузнецов В.П. Метрологические характеристики измерительных систем. – М.: Машиностроение, 1984.
5. Атамалин Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. – М.: Дрофа, 2005. – 415 с.
6. Семёнов А.С., Черенков Н.С. Модернизация и оптимизация автоматизированных конвейеров в горной промышленности // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С.417-419.
7. Семёнов А.С., Самсонов А.В., Бебихов Ю.В., Матул Г.А. Измерение и анализ показателей качества электрической энергии потребителей промышленных предприятий // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6 (84). – С. 446-450.
8. Бондарев В.А., Семёнов А.С. Выбор контрольно-измерительной техники для регистрации показателей качества электроэнергии // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 414-416.
9. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М. Моделирование режимов работы электроприводов горного оборудования: монография. Saarbrücken, 2013. – 112 с.
10. Кузнецов Н.М., Семёнов А.С. Разработка системы мониторинга для измерения показателей качества электроэнергии на горных предприятиях // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-2. – С. 295-299.
11. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. Исследование системы частотно-регулируемого электропривода вентилятора главного проветривания при помощи моделирования // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 20. – С. 34-41.

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Петрова М.Н., Семёнов А.С.

*Политехнический институт, филиал  
ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова», Мирный,  
e-mail: sash-alex@yandex.ru*

Изучение электромеханических процессов на базе математических моделей, в частности в переходных режимах работы, связано с решением систем диффе-

ренциальных уравнений. Однако возможности, предоставляемые различными программными средствами и вычислительной техникой, позволяют облегчить проведение необходимых расчетов.

С одной из таких систем инженерных расчетов является система MatLab, которая предоставляет пользователю набор математических функций, простой встроенный объектно-ориентированный язык программирования. Дополнительные возможности предоставляет встроенная среда визуального программирования GUIDE, позволяющая построить графический интерфейс пользователя, основанный на стандартных элементах управления Windows.

На основе данных возможностей создан программный комплекс, объединивший в себе ранее и вновь разработанные независимые программы моделирования работы электрических машин. Каждая из программ моделирования была дополнена необходимым графическим интерфейсом и доработанной системой графической визуализации данных, которая включила в себя вывод осциллограмм и численных значений необходимых величин. Пользователю предоставлены широкие возможности изменения и сохранения введенных параметров и полученных результатов.

Программный комплекс позволяет проводить моделирование:

- пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Результатом моделирования являются осциллограммы тока якоря и частоты вращения;

- внезапного короткого замыкания генератора постоянного тока смешанного и параллельного возбуждения, результат – осциллограммы токов якоря и возбуждения;

- внезапного короткого замыкания синхронного генератора снабженного демпферной обмоткой и без нее. Результат – осциллограммы расчетных токов; электромагнитного момента; реальных токов, для различного начального момента начала переходного процесса. Предусмотрен режим анализа влияния параметров генератора на ход переходного процесса;

- пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора, с возможностью проведения моделирования в различных координатных системах. Результатом являются расчетные токи статора и ротора, в соответствии с моделью, выбранной пользователем; фазные токи; статическая и динамическая механическая характеристика; частота вращения.

Программный комплекс может использоваться в учебном процессе и инженерной практике, его использование позволяет пользователю, не владеющему навыками работы с системой MatLab, произвести полный цикл исследований в удобной для него среде. Дальнейшая работа ведется в двух направлениях: модернизация существующих моделей, направленная на более подробное моделирование с учетом различного рода физических процессов; увеличение номенклатуры исследуемых режимов работы и типов электрических машин.

Практически в любом электроприводе, например, для промышленного оборудования или для электротранспорта, применяется трехфазный электропривод. Регулирование таких приводов, которое обеспечивает, например, плавный пуск или управляемый характер ускорения, представляет собой сложную математическую задачу и связано с трудоемким программированием. Поэтому реализация такого способа часто требует очень длительной разработки.

При помощи созданной панели инструментов для языка программирования MatLab/ Simulink в дальнейшем можно предварительно моделировать сложные структуры регулирования для трехфазных

приводов, а затем тестировать их на реальном преобразователе частоты с электродвигателем и под нагрузкой при помощи автоматически генерируемого кода.

Преимущества программы моделирования MatLab:

- безопасность выполнения работ благодаря использованию самозащитенного оборудования (все защитные функции не зависят от программного управления);

- содействие глубокому пониманию сложной темы, например, в процессе профессиональной подготовки или учебы или путем применения панели инструментов на лабораторных занятиях параллельно с обучением;

- очень быстрое генерирование программы для собственных регуляторов, предназначенных для промышленного применения, на основе модели и с возможностью параметрирования;

- последовательная реализация новых подходов к исследованию трехфазных электроприводов, напр., регулирование пространства состояний, мониторинг условий ошибок, регулирование числа оборотов без применения датчиков посредством новых наблюдательных процедур;

- впечатляющие возможности реализации регулирования трехфазных приводов;

- разработка сложных алгоритмов путем применения быстродействующих циклов регулирования длительностью 125 мкс;

- параметрирование регуляторов типа P и PI, оптимизация регуляторов.

Адаптированная к силовой электронике панель инструментов позволяет быстро реализовать собственные приложения. Специальные образцы позволяют быстро освоить программу, так как они конфигурируют систему таким образом, что пользователю остается сделать лишь некоторые настройки. В панели инструментов пользователь найдет все необходимые элементы для управления связанными с оборудованием функциями, а также блоки для быстрых преобразований и регуляторы. Наряду с базой языка MatLab, система может дополняться любыми собственными элементами библиотеки.

Специальный графический интерфейс обеспечивает связь между средой MatLab и оборудованием через порт USB. Временные диаграммы всех внутренних величин отображаются в графическом виде во время выполнения процесса. Предоставляются разные значения временных разрешений и варианты синхронизации. Помимо представления во временной шкале, сигналы могут отображаться и в зависимости от частоты. Отображение можно разделить на два дисплея, чтобы одновременно могли выводиться до десяти сигналов. Параметры, например, параметры регулирования, легко переносятся во время работы из персонального компьютера на оборудование.

#### Список литературы

1. Семёнов А.С. // Наука в центральной России. – 2012. – № 2S. – С. 23-27.

2. Семёнов А.С. // Научная дискуссия: вопросы технических наук: материалы II Международной заочной научно-практической конференции. – Международный центр науки и образования. – 2012. – С. 52-56.

3. Семёнов А.С., Саввинов П.В., Рушкин Е.И. // Достижения и перспективы естественных и технических наук: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции / Центр научного знания Логос, 2012. – С. 60-63.

4. Семёнов А.С., Шипулин В.С. // Наука XXI века: новый подход материалы II молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 28 сентября 2012 года. – СПб.: Науч.-изд. центр «Открытие»; Петрозаводск, 2012. – С. 63-65.

5. Семёнов А.С. // Современная наука: тенденции развития материалы II Международной научно-практической конференции, (30 июля 2012 г.): сборник научных статей: в 3 т. / Ред. Р.В. Бисалиев. – Краснодар, 2012. – С. 112-116.

6. Semenov A.S., Shipulin V.S. // Europäische Fachhochschule. – 2013. – № 1. – С. 228-230.
7. Семёнов А.С. Моделирование автоматизированного электропривода: Методические указания по выполнению лабораторных работ. – М., 2012. – 60 с.
8. Семёнов А.С. Программа MATLAB: Методические указания к лабораторным работам. – М., 2012. – 40 с.
9. Семёнов А.С. // Мир современной науки. – 2013. – № 1 (16). – С. 12-15.
10. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 341-342.
11. Саввинов П.В., Семёнов А.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 342-344.
12. Шипулин В.С., Семёнов А.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 344-347.
13. Семёнов А.С. // Естественные и технические науки. – 2013. – № 4 (66). – С. 296-298.
14. Семёнов А.С. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-2. С. 29-34.
15. Семёнов А.С. // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2014. – Т. 11, № 1. – С. 51-59.
16. Саввинов П.В., Семёнов А.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 232.
17. Семёнов А.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 232-236.
18. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М., Матул Г.А. // Естественные и технические науки. – 2014. – № 3 (71). – С. 165-171.
19. Егорова А.А., Семёнов А.С., Петрова М.Н. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 840.
20. Семёнов А.С., Хубиева В.М., Петрова М.Н. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10-3. – С. 523-528.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Семёнов А.С.

*Политехнический институт, филиал  
ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова», Мирный,  
e-mail: sash-alex@yandex.ru*

ГрАТ-4000 – это центробежный грунтовый насос, конструктивно выполненный в виде консольного од-

ноступенчатого насоса, горизонтально расположенного на отдельной стойке, с приводом от электродвигателя через упругую муфту. Рабочее колесо у таких насосов закрытого типа. Они предназначены для перекачивания гравийных, песочно-гравийных, шлаковых, золошлаковых и других абразивных гидросмесей с водородным показателем рН 6,8 плотностью до 1300 кг/м<sup>3</sup>, с температурой до 70°С. У насосов типа ГрАТ внутренний корпус выполнен из износостойкого сплава. Конструкция насоса дает возможность относительно легко и быстро заменять подвергающийся износу внутренний корпус, состоящий из улитки и защитного диска.

В качестве электродвигателя насоса ГрАТ-4000 выступает синхронная машина. Синхронные машины имеют широкое распространение и выпускаются в большом диапазоне мощностей и частот вращения. В энергетике их применяют в качестве турбогенераторов и гидрогенераторов на электростанциях. В промышленных установках большое применение находят синхронные двигатели и генераторы. Синхронные двигатели предназначены для приводов, не требующих регулирования частоты вращения, таких как насосы, компрессоры, шаровые мельницы, вентиляторы, двигатель-генераторные установки. Мощность установленного синхронного двигателя насоса составляет 1600 кВт. Остальные параметры двигателя приведены в виде таблицы.

Целью моделирования является построение характеристики зависимости напряжения, тока и мощности, потребляемой объектами, от суточного времени работы оборудования. Исходными данными являются технические характеристики установленного на объекте оборудования.

Таблица 1

Технические параметры насоса ГрАТ-4000

Марка насоса	Тип насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м.в.ст.	Габариты, мм ШхВхГ	Масса, кг
ГрАТ-4000	Центробежный	4000	71	3402x2670x2370	15210

Таблица 2

Технические параметры синхронного двигателя насоса ГрАТ-4000

Марка двигателя	Номинальная мощность, кВт	Напряжение, кВ	Скорость вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
СДНЗ-2	1600	6000	500	96,9	7580

Таблица 3

Характеристики электрооборудования насосной станции

№	Оборудование	Кол., шт	P, кВт	$\sum P, \text{ кВт}$	U <sub>н</sub> , кВ	КПД	Cos	K <sub>исп</sub>	K <sub>спр</sub>	Мощности		S <sub>p</sub> , кВА	I <sub>p</sub> , А
										P <sub>p</sub> , кВт	Q <sub>p</sub> , кВар		
1	ГРАТ-4000	2	1600	3200	6	0,955	0,9	0,9	0,85	2880	1296	3158	304
2	Освещение	6 20	0,4 0,03	2,4 0,6	0,22	0,95 0,85	-	0,95 0,9	0,95 0,9	2,8	1,3	3,1	8,1
3	Насос Д200	4	75	300	0,4	0,91	0,89	0,7	0,55	223	118	252	364
4	Задвижки	2	11	22	0,4	0,875	0,87	0,6	0,65				
	ИТОГО:			3525						3106	1415	3413	676
	Из них на 6 кВ			3200						2880	1296	3158	304
	Из них на 0,4 кВ			325						226	119	255	372