

«Intellect»

общепромышленного электропривода

На этапе модернизации производственных мощностей большое внимание уделяется экономичности и эффективности проводимых мероприятий. Такое предложение компании ЭлеСи, как электронный блок управления электроприводом запорной арматуры общепромышленного назначения обеспечивает высокую надежность и функциональность работы электроприводов, а также относительно невысокие затраты на замену оборудования.

А. Гарганеев, д.т.н., А. Каракулов, к.т.н.,
А. Антропов, С. Ланграф
А. Поскребышев, В. Саидов
компания ЭлеСи



В настоящее время существует значительная потребность в модернизации электроприводов (ЭП) запорной арматуры общепромышленного применения. В 2007 году для этих целей компания ЭлеСи выпустила серию электронных блоков ESD-VTG (Рисунок 1), предназначенную для управления ЭП запорно-регулирующей арматуры различных типов (шиберные и клиновые задвижки, шаровые краны, поворотные затворы и т.п.).

Изначально новый блок управления был разработан для модернизации приме-

нявшихся ранее ЭП запорной арматуры (ЭП производства ОАО «Тулаэлектропривод», «Ракитянский арматурный завод» и др.), имеющих низкую надежность и малый ресурс со стороны элементов кулачкового механизма настройки электромеханических путевых микровыключателей. Крайне неудобной с точки зрения эксплуатации является и технология регулировки и настройки путевых выключателей, требующей вскрытия крышки выключателя, а также ручной установки кулачков и стрелки указателя. Точность настройки таких ЭП низка, а интеграция их в современную систему АСУ ТП

с цифровыми интерфейсами проблематична. В модернизированном электроприводе новый блок управления устанавливается взамен старого. При этом:

1. Появляется возможность интеграции электропривода в АСУ ТП по последовательному интерфейсу RS-485.

2. При оснащении электропривода электронным датчиком положения, обеспечивающим высокую точность позиционирования, возможна быстрая настройка конечных положений запорного органа арматуры различными способами, в том числе и без включения дви-



Рис. 1. - Электронный блок ESD-VTG

гателя и перемещения запорного органа арматуры.

3. Электропривод оснащается электронной двусторонней муфтой ограничения крутящего момента. Данная муфта обеспечивает возможность работы «на упор» с заданным моментом, идентификацию крутящего момента привода при движении на основе значений токов двигателя и напряжения сети, а также задание различных значений ограничения крутящего момента в зависимости от направления движения ЭП и положения запорного органа.

4. Блок самостоятельно обеспечивает весь необходимый комплекс алгоритмов по защите двигателя и арматуры, исключая необходимость установки сложных внешних релейных систем.

Следует отметить, что электронный датчик положения обеспечивает контроль положения выходного звена ЭП, в том числе и при отсутствии напряжения питающей сети, и для его работы в таком режиме не требуется аккумулятор [1].

Настройка ЭП на арматуре осуществляется без проникновения внутрь блока, за счет задания параметров в конфигурационные регистры с местного поста управления посредством кнопок управления или инфракрасного пульта управления.

Развитая система иерархического меню, интуитивно-понятное словесное описание параметров на русском языке, выводимых на буквенно-цифровой двустрочный дисплей, делают настройку такой же легкой, как и

использование мобильного телефона. Электронный блок осуществляет контроль вводимых параметров от выхода за максимальный предел и некорректного задания.

В процессе наладки существует возможность дополнительно задать алгоритм работы ЭП, значения величин ограничения крутящего момента в зависимости от положения запорного органа арматуры, заблокировать алгоритмы выбранных защит, сконфигурировать дистанционный ввод/вывод согласно алгоритму, представленному на рисунке 2 (параметры X1-X4 и M1-M6 устанавливаются пользователем). Также возможно задание такого режима настройки конечных выключателей, при котором не нужно перемещать запорный орган арматуры. Существует возможность задать режимы останова по достижению предельного уплотнения или по достижению заданного конечного положения, а также режим «ударного» крутящего момента при пуске на открытие.

Принятые на рисунке 2 обозначения:

X1 – максимально допустимое для обработки расстояние при работе в режиме “Уплотнение”, X1=10 – количество оборотов рабочего звена запорного органа (выходного звена электропривода).

X2 – зона установки сигналов конечных положений.

X3 – зона “Закрыто”, задаваемая пользователем в процентах от перемещения между конечными положениями.

X4 – зона “Открыто”, задаваемая пользователем в процентах от перемещения между конечными положениями.

M1 – зона действия параметра «Максимальный момент уплотнения в зоне “Закрыто”».

M2 – зона действия параметра «Максимальный момент движения при закрытии»

M3 – зона действия параметра «Максимальный момент пуска из положения “Открыто”»

M4 – зона действия параметра «Максимальный момент пуска из положения “Закрыто”»

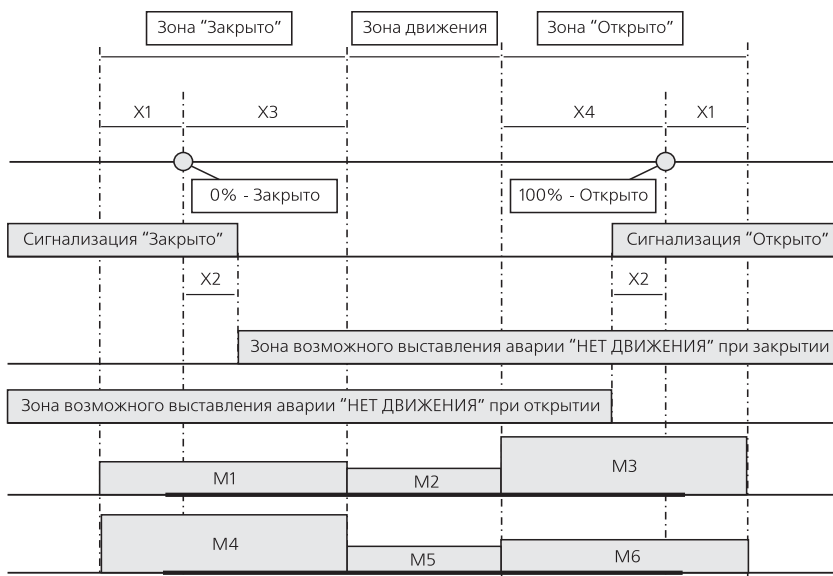
M5 – зона действия параметра «Максимальный момент движения при открытии»

M6 – зона действия параметра «Максимальный момент уплотнения в зоне “Открыто”»

Сигнализация “Закрыто” – формирование сигнала “Задвижка закрыта” на дискретном выходе, на единичном индикаторе МПУ и по последовательному интерфейсу.

Сигнализация “Открыто” – формирование сигнала “Задвижка открыта” на дискретном выходе, на единичном индикаторе МПУ и по последовательному интерфейсу.

Рис. 2. - Алгоритм для конфигурации дистанционного ввода/вывода.



«Intellect» общепромышленного электропривода

Блок имеет систему протоколирования событий, которая отслеживает и запоминает в энергонезависимой памяти команды, аварии и состояния ЭП (последние 300 событий) с указанием метки времени возникновения. Информация, зафиксированная данной системой, позволяет восстановить причины возникновения проблемных ситуаций.

В блоке имеется интерфейс RS-485, работающий по протоколу ModBus RTU.

Дискретный интерфейс позволяет подавать команды «Закрыть», «Открыть», «Стоп» посредством сигналов напряжением 220 AC или 24 DC. Время сигнала срабатывания задается в конфигурационных регистрах блока. ЭП выдает дискретные сигналы о положении арматуры «Открыто», «Закрыто» и др.

В качестве опции к блокам электронного управления потребитель может приобрести инфракрасный пульт (см. рисунок 3) для настройки блока и считывания хранящихся в нем данных: журнала событий и параметров настройки. Использование пульта с двусторонним обменом позволяет переносить файл параметров настройки, подготовленный на персональном компьютере, на установленные на объекте ЭП, сокращая тем самым время настройки. Считав с помощью пульта журнал событий блока, его можно визуализировать на экране компьютера (примеры показаны на рисунке 5) для оценки деятельности обслуживающего персонала и корректности работы ЭП, состояния электрической сети и т.д. Файл журнала событий может быть послан через персональный компьютер, подключенный к сети Интернет, в сервисную службу компании ЭлеСи для получения консультаций по проблемным ситуациям.

Функциональная схема блока ESD-VTG показана на рисунке 4.

Принятые на рисунке 4 обозначения:

ТР – тиристорный регулятор напряжения;

МПУ – местный пост управления;

ИП – источник питания;

ДТ1...ДТ3 – датчики тока;

МКУ – микропроцессорный контроллер управления;

ДП – датчик положения;

ИК – инфракрасный интерфейс;

БТМ – блок телемеханики;

ЧРВ – часы реального времени.



Рис. 3. - Инфракрасный пульт

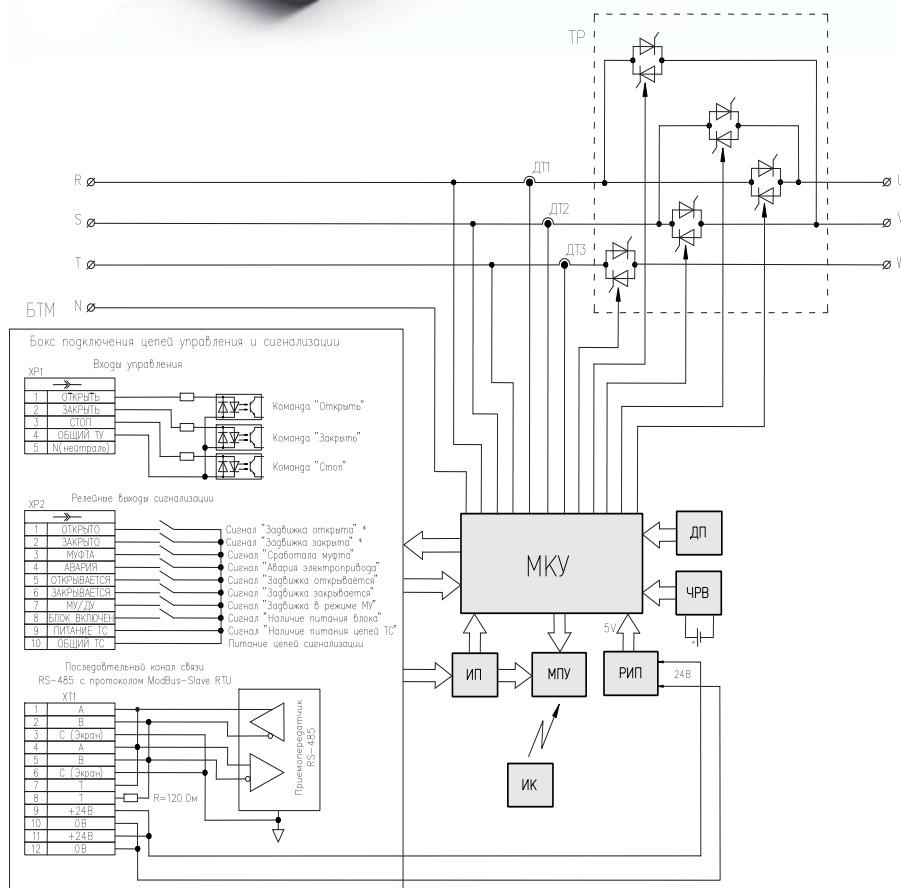


Рис. 4. - Функциональная схема блока ESD-VTG

В качестве силового интеллектуального коммутатора в блоке применен тиристорный регулятор напряжения (ТРН), что определяет малые габариты, высокую надежность и низкую себестоимость ЭП.

Блок в составе тиристорного асинхронного ЭП выполняет следующие функции:

- защита от токов короткого замыкания,
- ограничение токов двигателя на максимально-допустимом уровне,
- тепловая защита двигателя от перегрузки,
- формирование стартовых импульсов момента, необходимых для

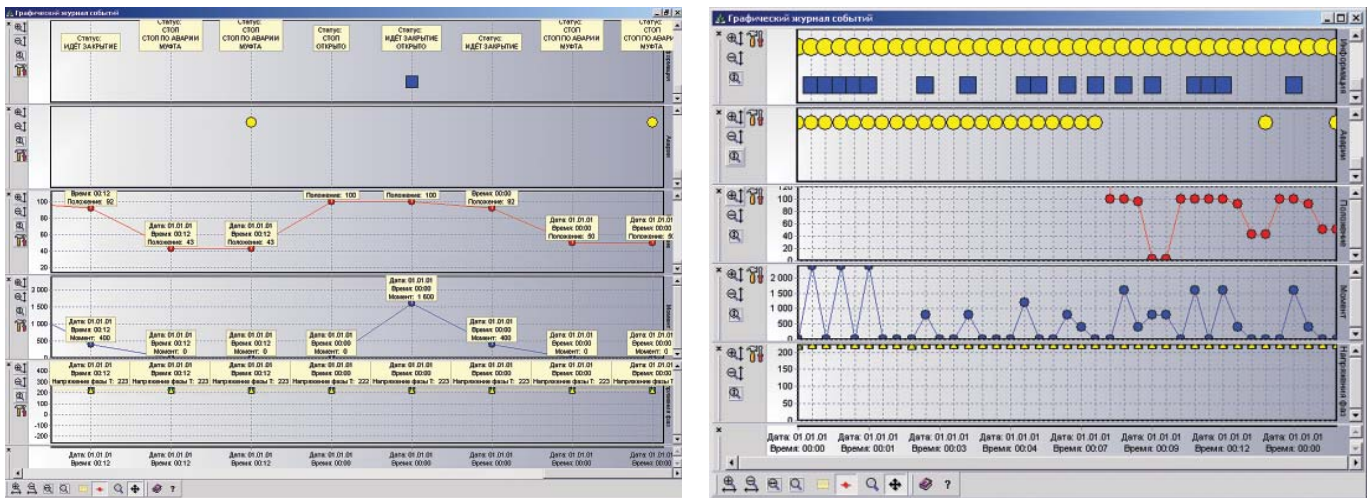


Рис. 5. - Примеры визуализации журнала событий блока

преодоления сил сухого трения, заклинивания и т. д.,

- ограничение момента в движении, позволяющее предотвратить выход из строя механических элементов ЭП,
- работа на упор с поддержанием заданного момента.

Выполнение данных требований в системе ТРН-АД осложняется полууправляемым характером работы тиристоров, несинусоидальным искажением формы статорных токов двигателя и отсутствием методов контроля момента с помощью регулировки угла открытия тиристоров.

В ЭП могут применяться различные типы редукторов. Требования относительно ограничений момента ЭП выполняются с учетом свойств редуктора и, прежде всего, следует принимать во внимание передаточный коэффициент по моменту K_M . Как показали исследования [2], коэффициент K_M в редукторах существенно изменяется в зависимости от режима работы. Например, для редуктора с передаточным числом $K_P = 220$, применяемого в ЭП задвигача, значения изменяются следующим образом:

1. Работа на упор при пуске с ударным приложением момента:

$$K_M = 0,8K_P$$

2. Работа на упор при пуске с плавным приложением момента:

$$K_M = 0,65K_P$$

3. Работа в движении:

$$K_M = 0,9K_P \times f(M_C),$$

где M_C – момент сопротивления.

4. Переход из режима движения в режим работы на упор:

$$K_M = 0,95K_P$$

Таким образом, алгоритм управления ЭП должен учитывать нелинейный характер его элементов (АД, ТРН, редуктор). В связи с тем, что коэффициент K_M для различных редукторов может иметь некоторые отличия (в виду несовершенства технологий изготовления его элементов), необходимо предусмотреть возможность соответствующей адаптации для системы управления.

Для решения данной задачи при создании блока электронного управления применен алгоритм, представленный на рисунке 6 в виде графа. Узлы графа показывают логические режимы работы системы управления в виде некоторых фиксированных состояний, где существует собственная логика работы, модель процесса и критерии достижения поставленной цели режима. Линии графа показывают условия и направления переходов при возникновении в системе событий, определяющих смену режима.

Выполнение требований по защите от токов короткого замыкания осуществляется за счет подачи на тиристоры предварительных тестовых импульсов с большими углами α открытия (170 градусов для определения фазного короткого замыкания и 120 градусов - для линейного). По окончании прохождения теста происходит обработка заданного при старте момента упора, в этом случае угол открытия тиристоров формируется в соответствии с заданным ограничением момента и текущим напряжением сети. При отсутствии движения происходит передача управления алгоритму «Удар», формирующему импульс момента за

счет нулевого угла открытия тиристоров с контролем количества запусков данного алгоритма и последующим возвращением к прежнему углу открытия тиристоров. При начале движения угол открытия тиристоров стремится к минимальному значению (алгоритм «Движение») и расчет момента нагрузки осуществляется как табличная функция от напряжения сети, тока двигателя и коэффициента мощности. В данном режиме двигатель работает на линейном участке механической характеристики и обеспечивает скорость, близкую к номинальной. В случае превышения момента над заданным значением, происходит передача управления алгоритму «Упор» со ступенчатой сменой угла открытия тиристоров, что приводит к снижению скорости, «расслаблению» редуктора и возможности управления согласно таблице, «формирующей» момент при старте. Если в течение заданного времени движение ЭП не возобновляется, происходит формирование аварийного сигнала о превышении момента нагрузки и отключение двигателя. Для вычисления момента в режиме движения используются две экспериментально полученные 3-х мерные табличные зависимости (см. рисунки 7 а и 7 б) с интерполяцией промежуточных точек $M = f(U, I)$ и $M = f(U, \varphi)$, причем для повышения точности расчетов первая зависимость применяется для режима больших значений тока (более половины от номинального значения), вторая – для режима малых значений тока.

Для формирования момента при нулевой скорости (усилия при работе «на упор») используется экспериментально

«Intellect» общепромышленного электропривода

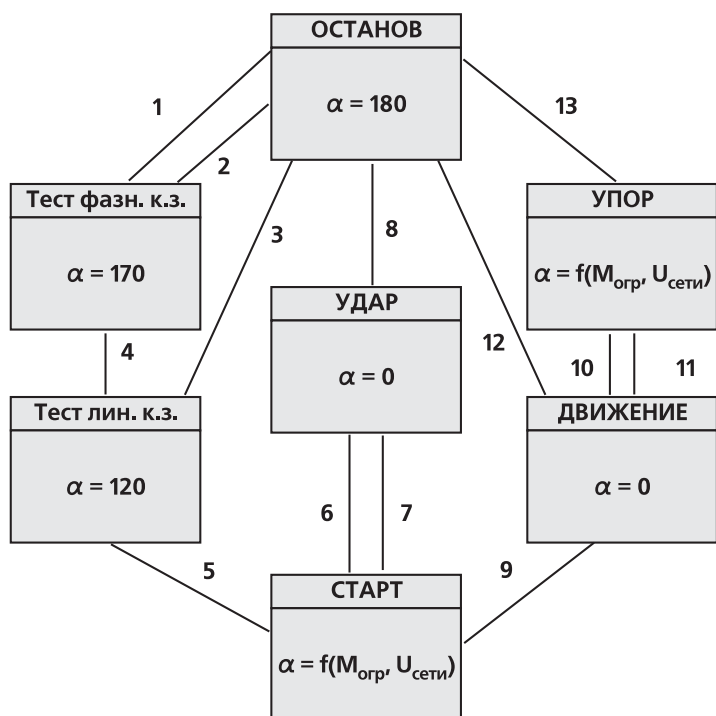


Рис. 6. - Граф алгоритма адаптации для системы управления

Обозначения событий на стрелках:

1. Команда на движение
2. Наличие фазного короткого замыкания
3. Наличие линейного короткого замыкания
4. Таймер теста фазного короткого замыкания
5. Таймер теста линейного короткого замыкания
6. Таймер отсутствия движения
7. Завершения работы процедуры ударного момента
8. Количество попыток приложения ударного момента равно нулю
9. Скорость двигателя больше половины номинальной
10. Превышение момента движения.
11. Скорость двигателя больше половины номинальной
12. Команда на останов, достижение целевого положения.
13. Таймер отсутствия движения

полученная табличная зависимость (рисунок 7 в) $\alpha = f(M_{огр}, U)$, $M_{огр}$ – заданное ограничение крутящего момента ЭП. Зависимости приведены для ЭП с двигателем АИМ А100S4 мощностью 2,5 кВт. Применение данных зависимостей позволяет учесть, в том числе и отличия коэффициента K_M , для режима работы ЭП в движении и при отработке момента при работе «на упор». Настройка системы управления при возможных отклонениях K_M , осуществляется за счет

смещения полученных поверхностей по осям и «растягиванием» поверхностей путём умножения на регулировочный коэффициент.

Результаты функционирования реализованного алгоритма представлены на рисунке 8. Графики переходных процессов показывают изменение величины крутящего момента, развиваемого ЭП при изменении угла открытия тиристор. В различных режимах работы предлагаемый алгоритм обеспечивает ограничение

момента на заданном уровне.

В заключение следует отметить, что для более детального изучения возможностей такого ЭП существует возможность получить на сайте www.elesy.ru программный имитатор ЭП запорной арматуры с электронным блоком управления ESD-VTG. Данный программный продукт является максимально приближенной моделью реального ЭП с блоком управления ESD-VTG. Существуют также имитаторы и для других блоков элект-

Рис. 7 а. Зависимость момента М на выходном звене ЭП от тока I и напряжения U двигателя

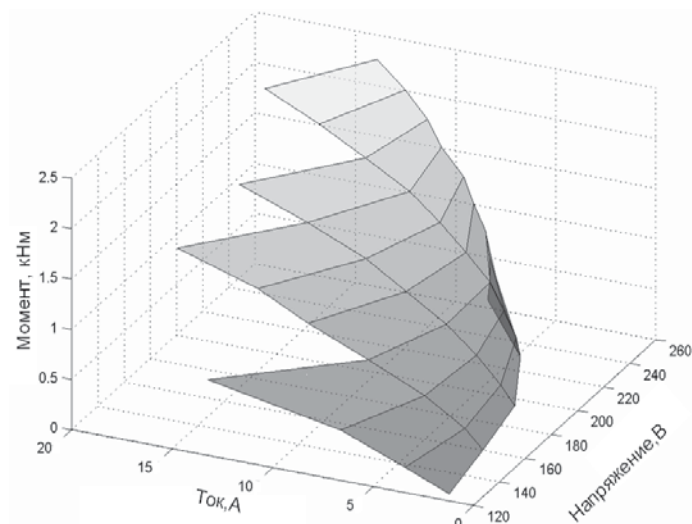
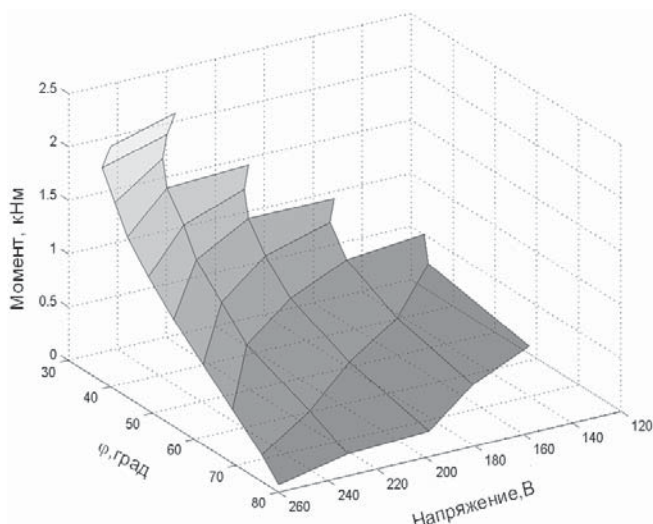


Рис. 7 б. Зависимость момента М на выходном звене ЭП от тока I и напряжения U двигателя



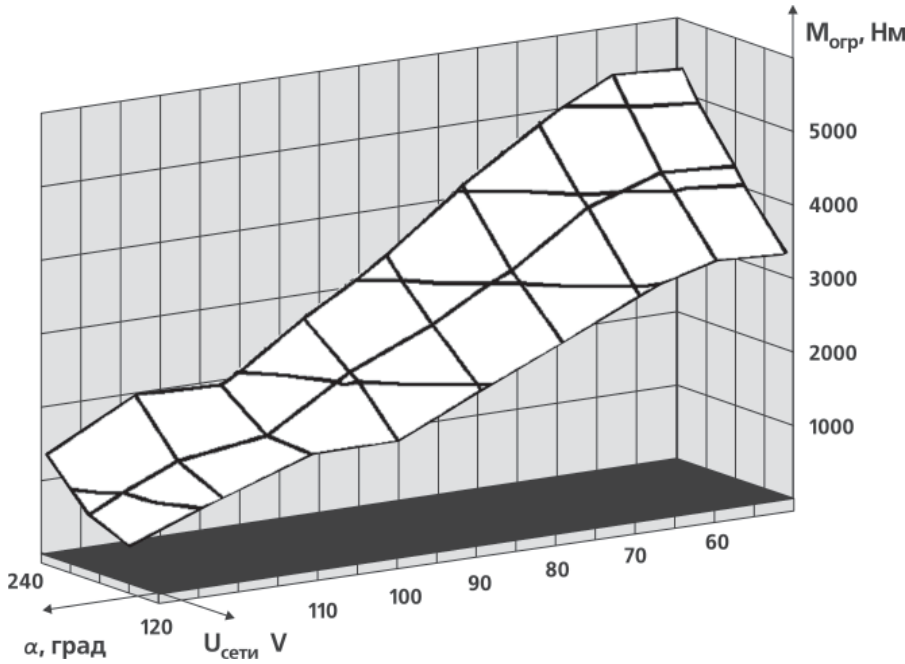


Рис. 7. Задача оптимизации параметров ЭП
 $M_{огр}$ а «а»
 а «а»
 а «а»

интеллектуальная электроника

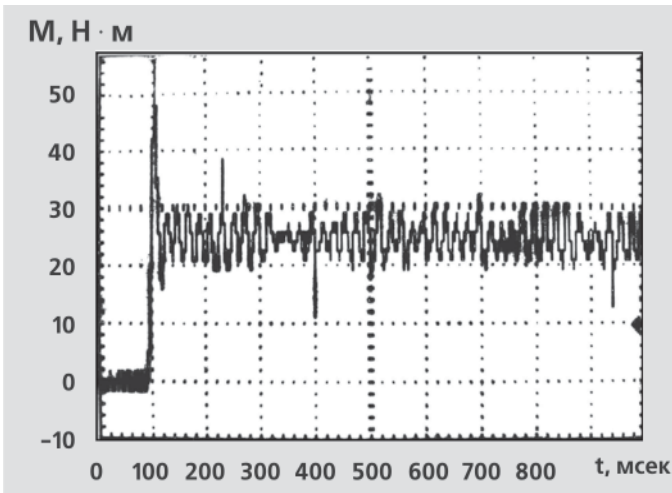


Рис. 8 а. Плотность $\alpha \neq 0$ а $\alpha = 0$

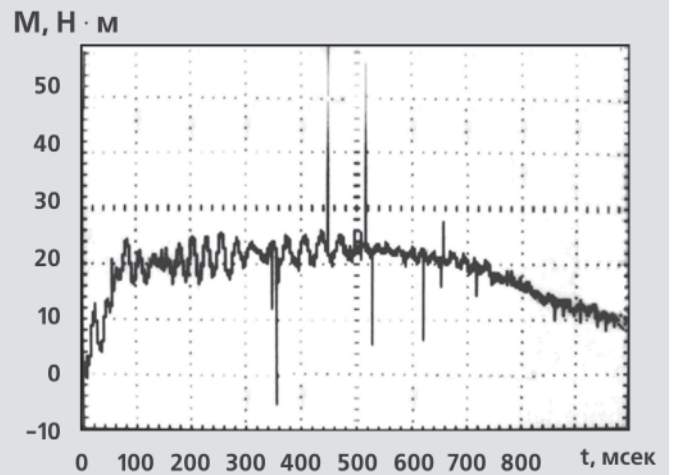


Рис. 8 б. Плотность $\alpha \neq 0$ а а $M, M_{огр}$

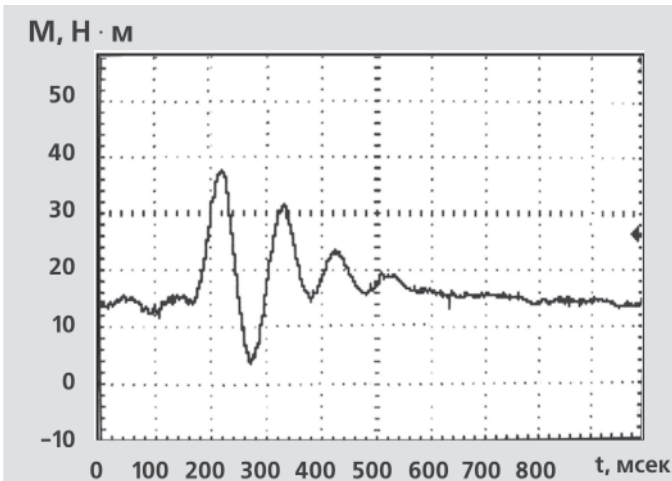


Рис. 8 в. Плотность $\alpha \neq 0$ а $\alpha = 0$

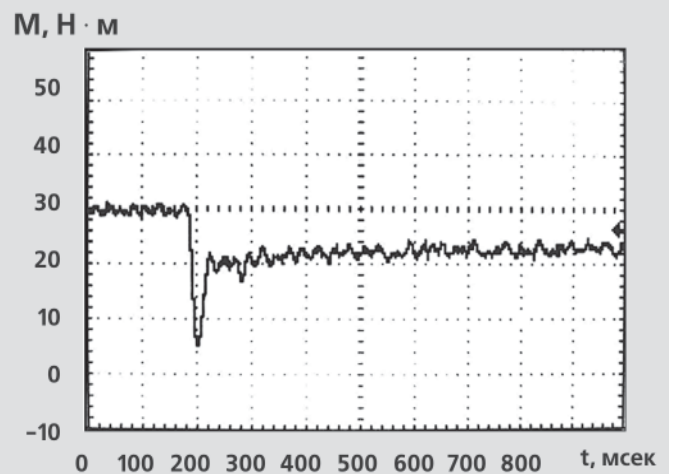


Рис. 8 г. Плотность $\alpha = 0$ а $\alpha \neq 0$

«Intellect» общепромышленного электропривода

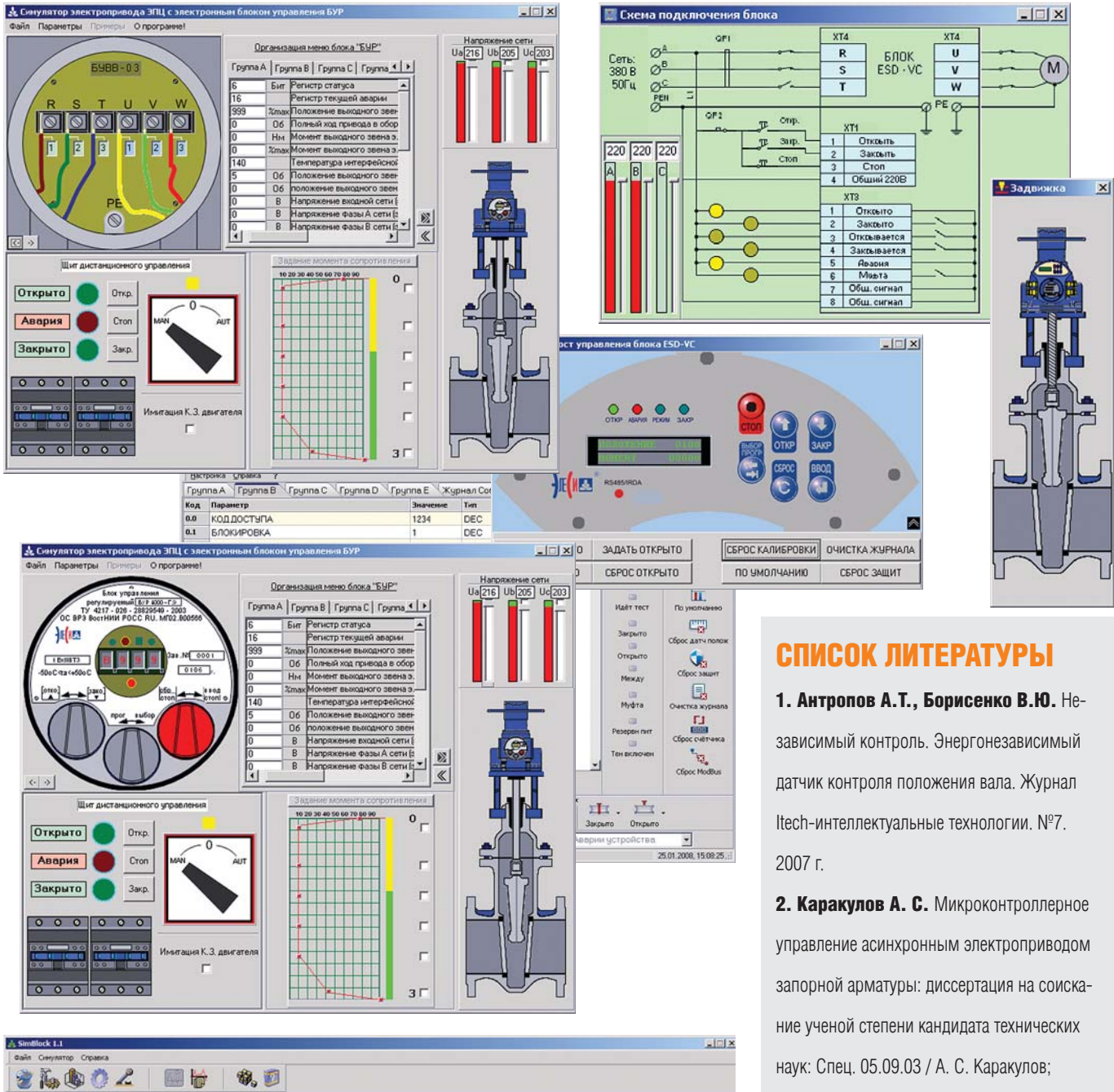


Рис. 9. - Имитаторы для блоков электронного управления

ронного управления, производимых компанией ЭлеСи, (см. рисунок 9). Данная модель построена на основе:

1. Реального программного обеспечения, загружаемого в электронный блок ESD-VTG.
2. Системы дифференциальных уравнений для моделирования работы асинхронного трехфазного двигателя с короткозамкнутым ротором.
3. Принципов работы ТРН на трех-

фазную нагрузку без нулевого вывода.

4. Возможности создания «виртуального» управления по последовательному интерфейсу.

С помощью предлагаемого имитатора пользователь имеет возможность смоделировать работу ЭП запорной арматуры (с учетом нагрузочной диаграммы, состояния электрической сети, произведенных подключений интерфейсной и силовой частей блока и т.д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропов А.Т., Борисенко В.Ю. Независимый контроль. Энергонезависимый датчик контроля положения вала. Журнал Itech-интеллектуальные технологии. №7. 2007 г.
2. Каракулов А. С. Микроконтроллерное управление асинхронным электроприводом запорной арматуры: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Спец. 05.09.03 / А. С. Каракулов; Томский политехнический университет; науч. рук. А. П. Зайцев. – Защищена 28.12.2005 г. – Томск : Би.и., 2005. – 136 л. : ил. – Библиогр.: с. 122-129 (54 назв.).
3. Гарганеев А.Г., Каракулов А.С. Интеллектуальный электропривод как элемент распределенной АСУ//Itech – интеллектуальные технологии. №4. с.25-33.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

Максимум комфорта
при работе в жестких условиях

Максимум безопасности

Минимум затрат
на всех этапах эксплуатации

Диапазон рабочих температур
-60°C...+50°C

Значительное увеличение
ресурса арматуры и двигателя



Электропривод
серии ELESYB

- вращательный
- волновой редуктор
- диаметр арматуры 25 ... 1200 мм
- крутящий момент 300 ... 10 000 Нм



Электропривод
серии ELESYB-V

- вращательный, линейный, полуоборотный
- волновой редуктор
- диаметр арматуры 25 ... 250 мм
- крутящий момент 300 ... 10 000 Нм
- встроенный ПИД-регулятор



Электропривод
серии ELSYDRIVE

- вращательный
- червячный редуктор
- диаметр арматуры 150 ... 1200 мм
- крутящий момент 200 ... 9 600 Нм



Электропривод
серии Intellect

- вращательный
- червячный редуктор
- диаметр арматуры 50 ... 400 мм
- крутящий момент 25 ... 250 Нм

Нужна дополнительная информация? Зайди на сайт privod.elesy.ru