

УДК 62-529, 62-83

Л.Г. Лимонов, канд.техн.наук, В.П. Моргулис

**УПРАВЛЕНИЕ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА КОМПЛЕКСНЫХ  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
(опыт разработки и внедрения)**

*Рассмотрены принципы построения систем автоматизированного управления, визуализации и диагностики комплексных электромеханических систем промышленных установок, в состав которых входят электродвигательные, электрогидравлические и электропневматические приводы.*

**Ключевые слова:** электромеханическая система, управление, визуализация, диагностика, микропроцессорные средства.

L.G. Limonov, PhD, V.P. Morgulis

**CONTROL, VISUALIZATION AND DIAGNOSTIC OF  
COMPLEX ELECTROMECHANIC SYSTEMS  
(experience work out and application)**

*In this paper the construction principles of automatic control systems, visualization and diagnostic of complex electromechanical systems of full-scale plants are described, that contain motor, hydroelectric and electropneumatic drives.*

**Keywords:** electromechanical system, control, visualization (display), diagnostic, microprocessor hardware.

Л.Г. Лимонов, канд.техн.наук, В.П. Моргулис

**КЕРУВАННЯ, ВИЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ДІАГНОСТИКА КОМПЛЕКСНИХ  
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ  
(досвід розробки та впровадження)**

*Розглянуто принципи побудови систем автоматизованого керування, візуалізації та діагностики комплексних електромеханічних систем промислових установок, до складу яких входять електродвигуни, електрогидравлічні та електропневматичні приводи.*

**Ключові слова:** електромеханічна система, керування, візуалізація, діагностика, мікропроцесорні засоби.

В состав комплексных электромеханических систем входят не только электродвигатели постоянного или переменного тока, но и гидравлические и пневматические приводы с электрическим управлением. Как правило, основную часть таких систем представляют собой системы многодвигательного электропривода постоянного и переменного тока. Вопросы управления системами многодвигательного электропривода в существующей технической литературе рассматриваются, в основном, с точки зрения исследования статических и динамических характеристик при совместном функционировании этих электроприводов. Вопросы построения систем общего управления комплексными электромеханическими системами, которые имеют существенное значение при создании или реконструкции различных промышленных установок практически не освещены.

Настоящая работа представляет собой попытку в какой-то степени восполнить

образовавшийся пробел, основываясь на приобретенном опыте работы авторов.

Комплексные электромеханические системы являются составной частью большинства промышленных установок в самых разных отраслях промышленного производства. Это доменные печи, прокатные станы и агрегаты непрерывной обработки в металлургии, бумагоделательные машины в целлюлозно-бумажной промышленности, мощные перегружатели и порталы краны, загрузочные и разливочные подъемные краны сталелитейного производства, роторные экскаваторы в горнодобывающей промышленности и многие другие промышленные установки.

Основное оборудование таких промышленных установок представляет собой различные по назначению механизмы, связанные между собой единым технологическим процессом и оснащенные, кроме автоматизированных приводов, датчиками технологических параметров, средствами управления и контроля. Кроме основного оборудования, обеспечивающего непосредственное выполнение технологического процесса, в

© Лимонов Л.Г., Моргулис В.П., 2011

состав подобной промышленной установки, как правило, входит оборудование вспомогательных и обслуживающих систем, таких, как насосные станции систем смазки оборудования, насосные станции гидравлических систем и систем охлаждения, системы вентиляции и т.п. Это оборудование также оснащено электрическими, гидравлическими и пневматическими приводами, большей частью нерегулируемыми.

Комплексная электромеханическая система рассматривается авторами как единое целое, все составляющие которого, а именно, входящие в состав системы электрические, гидравлические и пневматические приводы, должны совместно функционировать в рабочем режиме установки. Индивидуальная работа приводов используется только при наладке установки. Поэтому подготовка системы к работе после включения дежурным электротехническим персоналом всех установочных аппаратов, не имеющих дистанционного привода (автоматические выключатели, рубильники и т.п.), производится централизованно главным оператором установки с одного рабочего места и минимальным количеством действий, чаще всего одним аппаратом управления (кнопка, ключ).

Учитывая широкий спектр технических возможностей современных электроприводов постоянного и переменного тока с программным управлением, автоматическое регулирование координат отдельных электроприводов выполняется техническими средствами этих электроприводов, за исключением тех случаев, когда это невозможно из-за отсутствия технических возможностей программного обеспечения этих электроприводов. В то же время формирование задающих сигналов (момента, скорости, положения, времени работы), изменение и формирование режимов работы всем приводам является функцией программного обеспечения технических средств системы общего управления. Это же программное обеспечение выполняет все вычислительные операции, необходимые для ведения технологического процесса установки, а также функции локальной автоматизации технологического процесса. Из программируемых функций системы исключены

только функции аварийного отключения отдельных приводов при возникновении опасной аварийной ситуации, эти функции выполняются на аппаратном уровне, но с обязательным отражением в системе диагностики.

Опыт разработки и внедрения систем управления, визуализации и диагностики для ряда описанных выше промышленных установок. Опыт, полученный коллективом специалистов ЧАО «Тяжпромавтоматика», позволил выработать общую концепцию построения подобных систем, успешно реализованную на практике [1–6]. Ниже изложены основные принципы построения упомянутых систем управления, визуализации и диагностики, используемые авторами в таких работах.

Визуализация процесса управления и диагностики производится с помощью операторских панелей, устанавливаемых на рабочих местах операторов, но при этом одна такая панель дополнительно устанавливается в месте расположения электрооборудования (электропомещение). Это облегчает условия наладки и эксплуатации электрооборудования.

Система визуализации строится по принципу многооконного интерфейса, причем в состав сменных окон обязательно входят технологическая мнемосхема установки, мнемосхемы системы электроснабжения и схемы силовых цепей электроприводов основных технологических механизмов.

Система визуализации обеспечивает оперативный персонал информацией о ходе и параметрах технологического процесса установки, а также информацией, которая формируется системой диагностики.

Система диагностики является составной частью, подсистемой системы управления. Эта подсистема собирает и анализирует информацию о состоянии всей высоковольтной и низковольтной коммутационной аппаратуры всех приводов и о параметрах координат этих приводов, а также информацию о состоянии таких аппаратов, как конечные и путевые выключатели, фотоэлектрические датчики, датчики давления, натяжения, веса, датчики срабатывания тормозов и т.п.

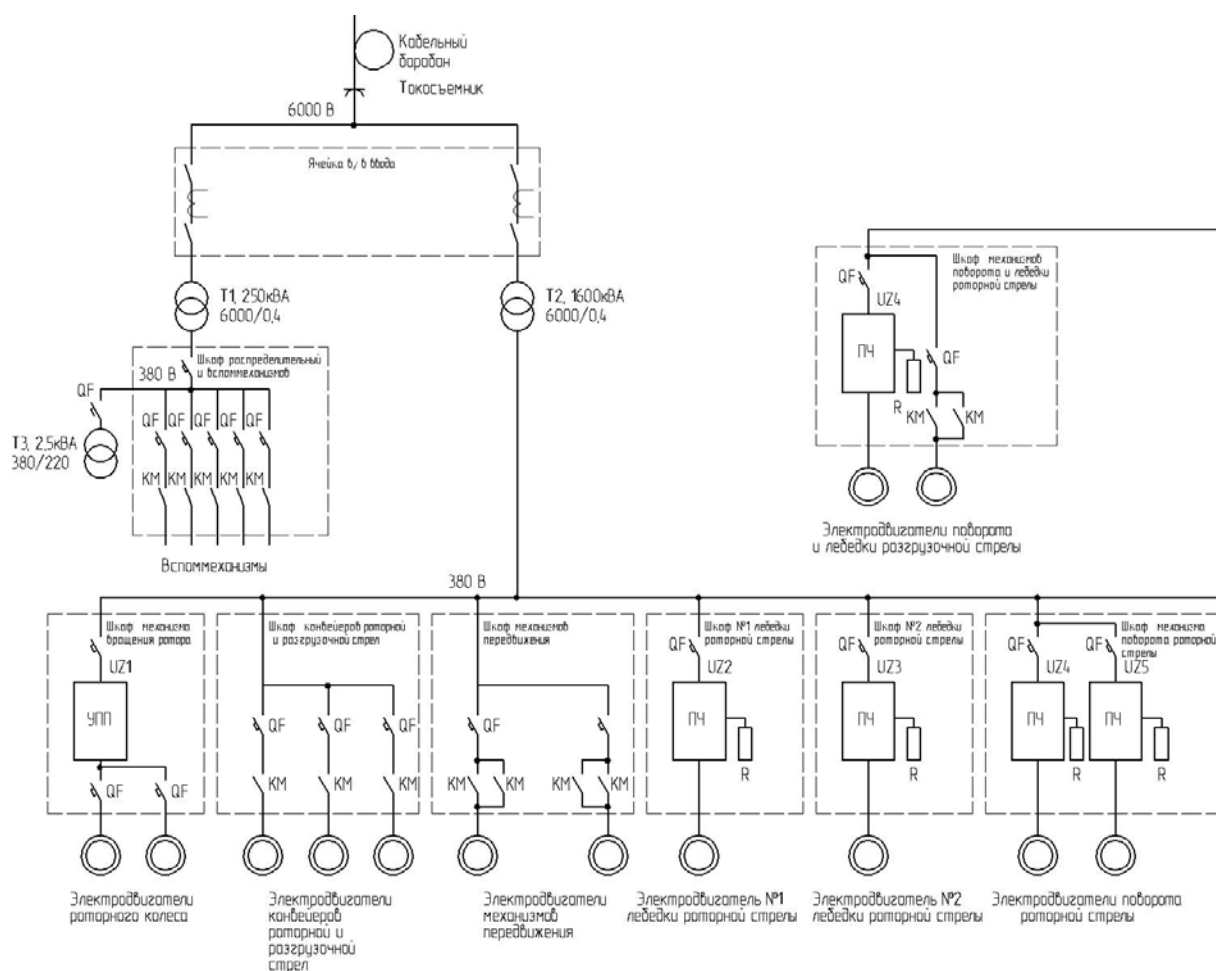


Рис.1. Однолинейная схема электроприводов роторного экскаватора

Для анализа состояния коммутационного аппарата используются в большинстве случаев вспомогательные контакты этого аппарата, а при их отсутствии – малогабаритные маломощные реле, подключаемые к выходному напряжению этого аппарата. В результате анализа подсистема диагностики генерирует информацию о предаварийном или аварийном состоянии электрооборудования установки с указанием причин и места нахождения аварии. Эта же система обеспечивает архивирование данных о произошедших нештатных ситуациях в работе электрооборудования на протяжении заданного отрезка времени эксплуатации.

Практика показала, если система визуализации облегчает, упрощает процесс оперативного управления технологическим процессом установки, то развитая система диагностики существенно сокращает время поиска неисправностей электрооборудования и средств автоматизации

и, тем самым, способствует повышению производительности за счет сокращения внеплановых простоев установки.

В качестве основного технического средства для построения системы управления используются программируемые контроллеры в комплекте с модулями удаленного ввода-вывода сигналов разного типа и назначения.

Таковыми контроллерами могут быть Simatic S7-300, Simatic S7-400 фирмы Siemens, AC800F, AC800N фирмы ABB. Соответственно с типами контроллеров применяются операторские панели этих же фирм.

В случае необходимости архивирования больших объемов информации применяются персональные компьютеры промышленного или офисного исполнения в качестве серверов.

Для связи программируемого контроллера с электроприводами, операторскими панелями и компьютером используются быстродействующие сетевые связи такие как Profibus DP, Modbus.

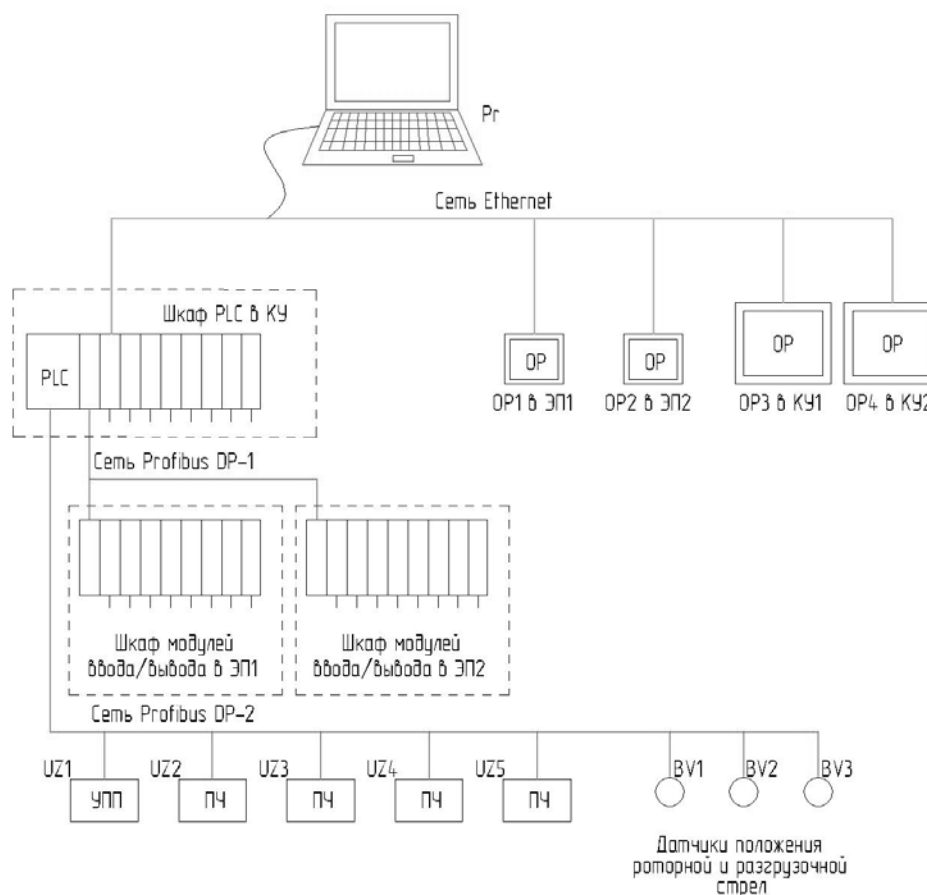


Рис.2. Структурная схема системы управления, визуализации и диагностики

Упрощает структурную схему системы применение датчиков параметров электроприводов, имеющих непосредственный выход в сеть Profibus DP или Modbus.

В соответствии с вышеописанными принципами авторами разработаны проекты, изготовлено и поставлено электрооборудование, произведена наладка и ввод в действие систем управления, визуализации и диагностики ряда объектов, электрооборудование которых представляет собой типичные комплексные электромеханические системы. Это агломерационные производства двух металлургических комбинатов, участок загрузки методической печи широкополосного листового стана горячей прокатки, агрегат продольной резки стальной полосы трубного завода, участок моталки полосы реверсивного листового стана горячей прокатки алюминия, агрегат для производства порошковой проволоки, полноповоротный порталый кран металлургического завода, полупортальная скраповозавалочная машина (кран) конвер-

торного цеха, разливные краны и комплекс машин напольного транспорта электросталеплавильных цехов и др.

В качестве примера, на рисунках 1 и 2 приведены однолинейная схема электроприводов и структурная схема системы управления, визуализации и диагностики роторного экскаватора ЭРП-1600 с гравитационным ротором.

На схеме рис.1 введены обозначения: UZ1-устройство плавного пуска, UZ2-UZ5 - преобразователи частоты, R – тормозные резисторы. На схеме рис.2 обозначено: Pr – программатор (ноутбук), КУ – кабина управления, ЭП1, ЭП2 – электропомещения.

В заключение следует отметить, что внедрение на промышленных объектах систем управления визуализации и диагностики, построенных в соответствии с выше описанными принципами, повышает эксплуатационную надежность электрооборудования, что, в конечном счете, положительно сказывается на производительности промышленной установки, облегчает и упрощает эксплуатацию электрооборудования, что особенно важно с внедре-

нием современных микропроцессорных технических средств электроприводов и систем автоматизации.

#### Список использованной литературы

1. Лимонов Л.Г. Управление многодвигательным электроприводом металлургического агрегата / Л. Г Лимонов, В.П. Моргулис // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков: – Вып.10. – 2001.

2. Креславский А.И. Электроприводы и система автоматизированного управления механизмами района моталки стана горячей прокатки алюминия / А.И. Креславский, Л.Г. Лимонов, Л.В Некрасова // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков: – Вып.10. – 2003.

3. Кирсенко А.Н. Регулируемые электроприводы в составе АСУ ТП производства агломерата металлургического комбината / А.Н. Кирсенко, В.П. Моргулис, Л.В.Некрасова // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков: – Вып.43. – 2004.

4. Лимонов Л.Г. Модернизация промышленных электромеханических систем на базе современных технических средств / Л.Г Лимонов, В.П.Моргулис // Техніч. ел.динаміка. Тематич. вип. Проблеми сучасної ел.техніки. – К.: – Ч.6. – 2008.

5. Бондаренко С.Н. Автоматизированная система управления многодвигательным электроприводом агрегата продольной резки / С.Н. Бондаренко, А.И. Креславский, Л.В. Некрасова // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков. – Вып.28. 2010.

6. Исследование и разработка многодвигательного электропривода линии производства порошковой проволоки // Вестник НТУ «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков: – Вып. 28. – 2010.

Получено 25.10.2011

#### References

1. Limonov L.G., Morgulis V.P. Management of multi-motor electric steel plant / Journal of NTU" KPI ". Problems of automated electric. Theory and practice. – Kharkov: – Issue 10. –2001 [in Russian].

2. Kreslavsky A.I., Limonov L.G., Nekrasov L.V. Electric drives and computer-aided control mechanisms District winder hot rolling of aluminum / Journal of NTU" KPI ". Problems of automated electric. Theory and practice. –Kharkov: – Issue 10. – 2003 [in Russian].

3. Kirsenko A.N., Morgulis V.P., Nekrasov, L.V. Regulated electric control system consisting of sinter production steel mill / Journal of NTU" KPI ". Problems of automated electric. Theory and practice. – Kharkov: – Vyp.43. –2004 [in Russian].

4. Limonov L.G., Morgulis V.P. Modernization of industrial electromechanical systems based on modern technology / Tehnichna elektrodinamika. Vipusk thematically. Problems of modern elektrotehniki. – Kyiv: Part 6. – 2008 [in Russian].

5. Bondarenko S.N., Kreslavsky A.I., Nekrasov L.V. Automated control system for multi-motor electric slitting unit / Journal of NTU. [in Russian]."KPI". Problems of automated electric. Theory and practice. – Kharkov: – Vyp.28. – 2010 [in Russian].

6. Research and development of multi-motor electric production line flux cored wire / Journal of NTU "KPI".Problems of automated electric. Theory and practice. – Kharkov: – Vol. 28. – 2010 [in Russian].



Лимонов Леонид Григорьевич, канд. технич. наук, главный специалист отдела ЧАО «Тяжпромавтоматика», г. Харьков, Проспект Ленина, 56, e-mail: lgl@tpa5.com.ua т. (057) 758 64 88, (050)343 01 81



Моргулис Валерий Петрович, начальник отдела ЧАО «Тяжпромавтоматика», г. Харьков, Проспект Ленина, 56, e-mail: mail@tpa5.com.ua, т. (057) 758 64 88, (050)364 0153