

Модернизация системы управления гидравлических машин

Александр Клевцов

В статье рассматривается инженерное решение по модернизации системы управления гидравлической машины для литья под давлением (термопластавтомата) KuASY немецкого производства 90-х годов, позволяющее в значительной степени повысить эффективность её применения в условиях мелкосерийного производства. Приведён пример использования наиболее востребованного средства человеко-машинного интерфейса (операторской панели) для достижения одной из важнейших целей модернизации – обеспечения визуализации процесса литья под давлением.

Предпосылки к разработке и реализации проекта

В настоящее время на российских предприятиях машиностроительного профиля эксплуатируется многочисленный парк гидравлических машин для литья термопластических материалов под давлением (далее – термопластавтоматы) немецкого и чешского производства начала 90-х годов прошлого столетия. Наиболее распространены термопластавтоматы CS371 (Чехия) и KuASY 630 (Германия) различных модификаций. Несмотря на столь длительный срок интенсивной эксплуатации, механические и гидравлические узлы машин хорошо сохранились и практически не требуют значительных затрат на их модернизацию и восстановление – видимо, сказывается свойственный зарубежным производителям высокий уровень качества изготовления станочного оборудования. По оценке эксплуатационных служб ряда производств, множество проблем доставляет электрооборудование термопластавтоматов, в частности, существующая система управления, достигшая в большинстве случаев критического уровня морального и физического износа. Отличительной особенностью средств управления термопластавтоматами начала 90-х годов является использование программируемых автоматов, реализованных на базе универсальных микропроцессорных комплектов, диагностика и восстановление работоспособности которых не представляются возмож-

ными по причине отсутствия фирменной сервисной документации.

В рамках договора по модернизации технологического оборудования с ОАО «Тульский оружейный завод» в августе 2013 года было принято решение о полной замене системы управления и силового электрооборудования двух гидравлических машин (ГМ) KuASY 630/160-1/1. Простейший технико-экономический расчёт показал целесообразность проведения такой работы, тем более что при существующих реалиях стоимость нового термопластавтомата в несколько раз превышает затраты на модернизацию.

Условия и особенности реализации проекта

В соответствии с техническим заданием технологической и эксплуатационной служб предприятия необходимо было выполнить следующие условия модернизации:

- состав и функциональное назначение элементов исполнительного электрооборудования, установленного непосредственно на гидравлической машине, остаются без изменений и должны полностью соответствовать фирменному руководству по эксплуатации;
- характер и содержание технологических циклов термопластавтомата должны соответствовать фирменному руководству по эксплуатации;
- сохраняется фирменная мнемоника обозначений элементов электроавтоматики, управления и индикации;

- сохраняются эргономические особенности панели управления термопластавтоматом;
- исключаются ротация состава исполнительных элементов гидравлической схемы (золотников) и изменения алгоритма её функционирования.

Кроме этого, с позиций условий эксплуатации необходимо было обеспечить:

- визуализацию исполнения технологических циклов гидравлической машины в трёх режимах работы: ручной, полуавтоматический, автоматический;
- диагностику исполнительных цепей управления золотниками гидравлической схемы;
- возможность проведения в ручном режиме отдельной отработки наиболее ответственных фрагментов рабочих циклов для улучшения процедуры настройки при смене пресс-формы и переходе на другое изделие.

Последнее требование технологической службы заказчика было доминирующим, так как термопластавтоматы используются в производстве мелкосерийных изделий, для которых характерна частая смена литьевых форм. С целью наиболее полного удовлетворения условиям проведения модернизации для проекта было выбрано оборудование компании Omron: программируемый логический контроллер (ПЛК) общего применения CPM2A с модулем расширения CPM1A-20EDR1, а в качестве средства визуализации – операторская панель с сенсорным экраном серии NS. Как аль-

тернатива и более перспективный вариант рассматривалось решение на базе сенсорной бюджетной панели оператора компании Weintek [1, 2] серии M8100iE в сочетании с широко распространённым в настоящее время ПЛК фирмы SIEMENS SIMATIC S7-1200 (модель CPU 1215C с модулем расширения SM1222). Наличие альтернативных и эквивалентных по функциональным возможностям вариантов расширяет коммерческие перспективы при тиражировании разработки и упрощает подбор основных комплектующих проекта в сегодняшних непростых условиях обеспечения поставок.

НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Система управления термопластавтоматом (СУТ) выполнена в соответствии со структурной схемой (рис. 1) без изменения эксплуатационных параметров, свойственных фирменной реализации (число исполнительных выходов, входов контроля состояний термопластавтомата, конфигурация силовой схемы). СУТ предназначена для формирования сигналов управления исполнительными элементами гидравлической схемы и силовым электрооборудованием термопластавтомата во всех эксплуатационных режимах работы, в том числе:

- наладочный (настроечный);
- ручной;
- полуавтоматический;
- автоматический.

Функционирование СУТ во всех режимах работы литейной машины осуществляется с помощью программы, записанной во флэш-памяти ПЛК, и в соответствии с принципиальной электрической схемой, аппаратно поддерживающей выполнение всех видов технологических циклов.

Основные функции системы:

- эффективное управление с контролем сбойных ситуаций золотниками гидравлической схемы в рамках технологических алгоритмов выполнения процесса литья;
- реализация защитных и функциональных блокировок;
- обеспечение диагностики и оперативного контроля исправности элементов управления схемы электроавтоматики;
- управление электроприводами шнека и маслостанции в соответствии с видом технологической операции;
- идентификация исходного состояния силовых исполнительных механиз-

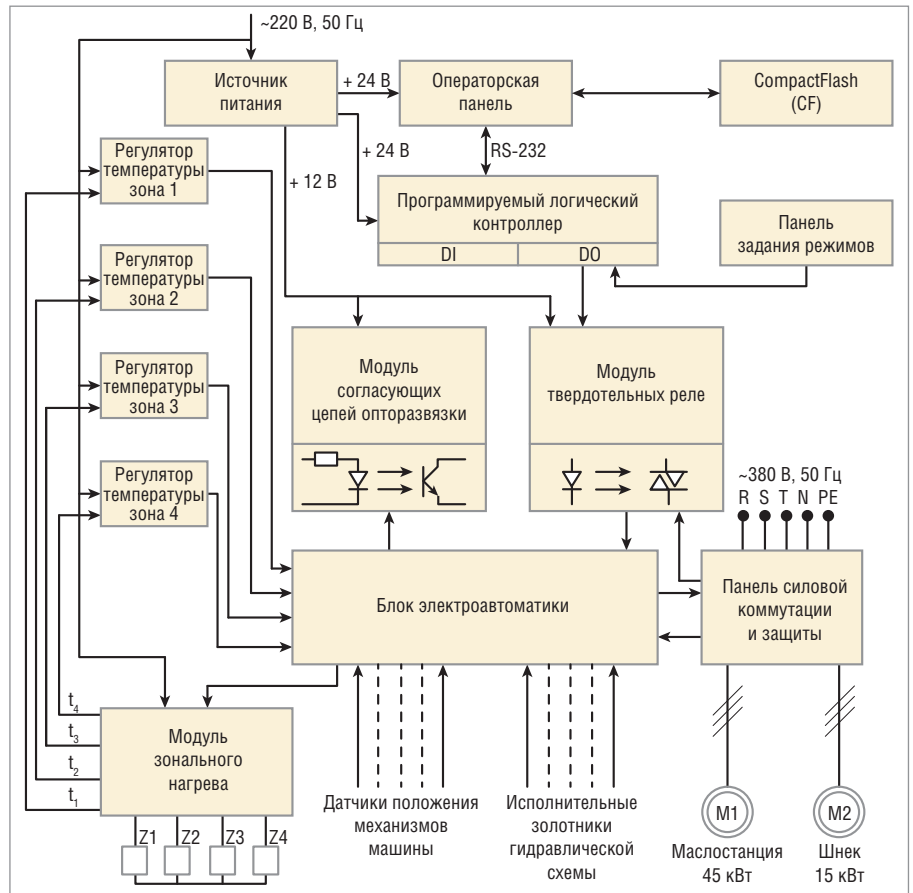


Рис. 1. Структурная схема системы управления термопластавтоматом

Условные обозначения: M1, M2 – электродвигатели; Z1...Z4 – нагревательные элементы; R, S, T – фазы напряжения; N – нейтраль; PE – заземление; $t_1...t_4$ – температура в зонах нагрева; DO, DI – дискретные входы и выходы.

- мов термопластавтомата как агрегата повышенной опасности;
- ввод временных и технологических параметров цикла;
- визуализация процесса литья, сбойных ситуаций и повреждений элементов гидравлической и электрической схем;
- контроль числа циклов;
- ведение архива завершённых циклов процесса литья.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Структурная схема СУТ (рис. 1) отражает состав и взаимосвязи её основных элементов. Как уже упоминалось ранее, интеллектуальная часть управляющего комплекса выполнена на основе ПЛК общего применения CPM2A-60CDR-D с модулем расширения CPM1A-20EDR1 и операторской панели серии NS10-TV01B-V2. Следует заметить, что указанный набор далеко не новинка в палитре изделий Omron, но для рассматриваемого приложения вполне уместен и удовлетворяет всем требованиям для реализации этой задачи. Главное – наличие на складе поставщика и сравнительно низкая цена. Программирование было выполнено с помощью инструментальных

средств интегрированного программного пакета CX-One. Конструктивно элементы СУТ размещены в существующей оболочке штатного электрического шкафа двухстороннего обслуживания, органы управления и визуализации (рис. 2) расположены в верхней части передней двери.

Питание всего комплекса электрооборудования термопластавтомата осуществляется от силовой сети $U_n=380$ В, 50 Гц; питание электронных компонентов СУТ (операторской панели, ПЛК, модулей согласующих цепей опторазвязки и твердотельных реле) осуществляется источниками питания серии HWS фирмы TDK-Lambda с выходным стабилизированным напряжением 12/24 В. Блок электроавтоматики (БЭ), ПЛК, модуль входных согласующих цепей, модуль выходных исполнительных цепей и панель силовой коммутации конструктивно размещены на встроенной панели шкафа (рис. 3).

Сигналы датчиков положения и исполнительные золотники гидравлической схемы подключены к дискретным входам и выходам ПЛК через согласующие цепи опторазвязки и блок электроавтоматики.



Рис. 2. Панель управления

Управление силовыми контакторами электроприводов маслостанции и шнека с ПЛК реализуется через модуль твердотельных реле и панель силовой коммутации и защиты. Термоконтроллеры четырёх зон нагрева обеспечивают поддержание температуры пластической массы в соответствии с технологическим процессом литья.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Как уже упоминалось, в качестве основного элемента, обеспечивающего интерактивный интерфейс между оператором термопластавтомата и управляющей программой, служит операторская панель с сенсорным экраном. К уникальной особенности СУТ стоит отнести наличие реализованной в этом проекте функции оптимизации потребления электроэнергии на основе принципов нечёткого управления электроприводами маслостанции, шнека и устройством нагрева пластической массы.

Управление ГМ осуществляется в многоэкранном режиме, основные его составляющие перечислены далее.

Экран неисходного состояния, который выводится на операторскую панель (ОП) в случае неисходного состояния элементов управления и коммутации силовых цепей электродвигателя, приводов, насоса и шнека, а также механизмов и защитных устройств термопластавтомата. При этом на экран выводится наименование элемента, находящегося в неисходном состоянии, и блокируется включение гидравлической машины. Для продолжения работы необходимо выяснить причину неисходного состояния, устранить неисправность, выключить питание с помощью силового выключателя на боковой панели шкафа управления и включить вновь. Пример внешнего вида экрана неисходного состояния (концевой выключатель S5 контроля положения впрыскивающего

блока) представлен на рис. 4.

Экран исходного состояния, фиксирующий готовность системы управления к выполнению рабочих операций. С помощью кнопок сенсорной панели возможен выход в любой из экранов для выполнения действий, связанных с запуском и обслуживанием ГМ. Внешний вид экрана исходного состояния представлен на рис. 5.

Экран задания режимов работы позволяет установить переключатели V18, V28, V38, V40, V41, V44, V45, V51 в положение, соответствующее конкретному режиму работы ГМ (назначение переключателей описано в фирменном руководстве по эксплуатации). Внешний вид экрана задания режимов представлен на рис. 6 и 7.

Экран задания временных параметров режимов работы ГМ. Ввод значений временного параметра производится путём вызова специального диалогового окна с помощью соответствующей кнопки на экране (напротив временного параметра). В диалоговом окне осуществляется набор требуемого значения с последующим нажатием кнопки ENTER. Внешний вид экрана приведён на рис. 8.

Экран диагностики позволяет оперативно проверить срабатывание любого концевого выключателя, установленного на ГМ. Кроме этого, при отключённом электроприводе насоса возможна оперативная проверка функционирования цепей управления исполнительными золотниками, установленными в гидросистеме машины. Нажатие соответствующей кнопки, относящейся к определённому золотнику, должно вызывать индикацию включённого состояния золотника. Реальное срабатывание золотника проверяется непосредственно на гидрораспределителе. Внешний вид экрана показан на рис. 9 и 10.

Экран повреждений вызывается при следующих ситуациях (внешний вид экрана показан на рис. 11):

- а) нажатие концевого выключателя K16 произошло позже окончания времени заполнения формы Bt11;

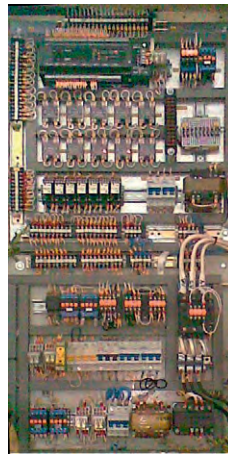


Рис. 3. Панель шкафа управления



Рис. 4. Экран неисходного состояния



Рис. 5. Экран исходного состояния



Рис. 6. Экран задания режимов, переключатели V18, V40, V41, V44, V45



Рис. 7. Экран задания режимов, переключатели V28 и V51

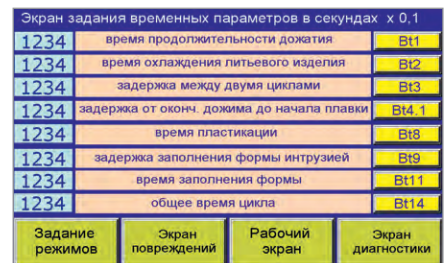


Рис. 8. Экран задания временных параметров



Рис. 9. Экран диагностики концевых выключателей



Рис. 10. Экран диагностики золотников и кнопок



Рис. 11. Экран поврежденных

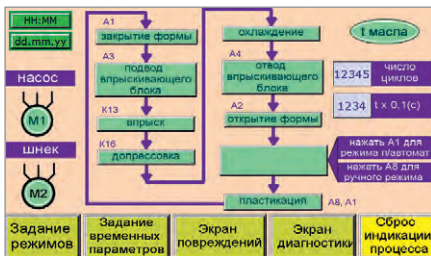


Рис. 12. Рабочий экран

б) реальное время цикла больше установленного значения временного параметра $Vt14$;

в) произошло нажатие концевого выключателя $K15$, ограничивающего подвод впрыскивающего блока.

Рабочий экран отражает процесс работы литейной машины на всех стадиях цикла в полуавтоматическом и автоматическом режимах работы. Внешний вид экрана представлен на рис. 12.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный вариант модернизации СУТ внедрён пока только на двух машиностроительных предприятиях: ОАО «Тульский оружейный завод» и ОАО «Тульский машиностроительный завод им. Рябикова». Почти двухлетний срок эксплуатации подтвердил состоятельность выбранных инженерных решений, что позволило достичь:

- значительного снижения трудоёмкости и времени перехода на другую литейную форму (в среднем на 20%), что актуально в условиях мелкосерийного производства;
- уменьшения уровня эксплуатационных расходов за счёт реального снижения потребления электроэнергии на 18...20% и сокращения простоя

термопластавтомата при устранении неисправностей и сбоев в работе оборудования, особенно в электрогидравлической системе;

- значительного увеличения наглядности прохождения циклов работы, что способствует повышению качества изделий.

Кроме этого, конфигурация аппаратно-программных средств СУТ позволяет в случае модернизации в кратчайшие сроки адаптироваться к особенностям оборудования практически любой гидравлической машины для литья под давлением, что даёт реальный шанс для тиражирования разработанной системы на аналогичных производствах и, как следствие, позволяет добиться экономии денежных средств. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог продукции «Средства визуализации и операторского интерфейса» v17.1. – М.: ПРОСОФТ, 2014.
2. Александр Деркач, Раис Камалиев, Вячеслав Машенко. Примеры решений на базе сенсорных панелей Weintek для АСУ ТП и встраиваемых систем // Современные технологии автоматизации. – 2014. – № 3.

E-mail: akis_tula@inbox.ru

TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

Серия ZUP (Zero-Up), Z+ (Z plus)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка
- Опциональные интерфейсы, LAN, GPIB и аналоговые сигналы с гальванической развязкой (для Z+)
- 16-разрядное разрешение и быстрый отклик на программируемые установки (для Z+)



Серия Genesys™

Серия Genesys™

- Выходная мощность 750/1500/2400/3300/5000/10 000/15 000 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI, LAN по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки до 1000 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Высота 1U, 2U и 3U

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама