

РУС-0.4: система автоматического регулирования уровня стали в кристаллизаторе на базе контроллеров ЭМИКОН и SCADA-системы Trace Mode

Приводится описание регулятора уровня стали в кристаллизаторе машин непрерывного литья заготовок и установок непрерывной разливки стали РУС-0.4, созданного специалистами ЗАО "ЭМИКОН" на базе контроллеров DCS-2001 для Оскольского электрометаллургического комбината (ЗАО "ОЭМК").

The paper describes RUS-0.4 steel level controller for ingot-forming equipment of continuous casting machines. The system was developed by EMICON JSC specialists on the basis of DCS-2001 controllers for Oskol Electrometallurgical Complex (OEMK JSC, Russia).

Описание и работа

Назначение РУС-0.4

Регулятор уровня стали машин непрерывного литья заготовок и установок непрерывной разливки стали предназначен для работы в составе АСУ ТП УНРС в качестве основного функционального узла технологии разливки стали машин непрерывного литья заготовок.

Основные технические характеристики РУС-0.4

Компенсация люфта исполнительного механизма, мм	0-3,27
Диапазон Кп	-327,00-0-327,00
Диапазон Тн	0-327,00
Диапазон Тд	0-327,00
Время цикла контроллера, мс	10
Количество каналов RS-232/RS-485	1/2
Количество входных аналоговых сигналов измерения	8 (0-20 мА)
Количество выходных аналоговых сигналов управления	2 (0-20 мА)
Количество светодиодных индикаторов DIO	24
Количество выходных дискретных сигналов управления	8 (24 В, 100 мА, гальваническая изоляция)
Количество входных дискретных сигналов управления	16 (24 В, 5 мА, гальваническая изоляция)
Ток потребления от системного источника 24 В, мА, не более..	100

Устройство и работа

Конструкция системы

Внешний вид РУС-0.4 показан на рис. 1. Конструктивно система выполнена на основе

специального промышленного компьютера с предустановленным программным обеспечением и быстродействующих контроллеров DCS-2001 по количеству контуров регулирования. Контроллеры устанавливаются по месту в шкафах управления-регулирования. В качестве интерфейсных связей используется дублированная промышленная сеть ModBus RS-485.

Система комплектуется клеммными полями с крепежными элементами, лотками, розетками для упрощения монтажа при реконструкции существующих систем.

РУС-0.4 является проектно-компонуемым изделием с возможностью расширения функций. Каждое устройство оснащено локальными индикаторами, обеспечивающими местный контроль и диагностику. Встроенные программные средства системы позволяют иметь полную информацию о работоспособности контроллеров и архивы аварийных сообщений, выводимых на дисплей компьютера.

Принцип работы

Структурная схема системы РУС-0.4 с контуром регулирования уровня стали в кристаллизаторе приведена на правой половине рис. 1. Подача жидкой стали в кристаллизатор осуществляется посредством шибера, исполняющего роль регулирующего клапана.

Приводом регулирующего клапана является гидроцилиндр, установленный в раму шибера и имеющий встроенный в цилиндр датчик положения. Гидравлическая жидкость через гибкие шланги с высоким давлением 140 кгс/см² обеспечивает удаленное управление. Маслостанция располагается на раме тележки промковша.

Модуль электронного управления (МЭУ), установленный в зоне подготовки промковшей, подключен кабелем к сервоприводу подачи гидравлической жидкости маслостанции. Отрицательная обратная связь с датчика положения шибера (гидроцилиндра) через кабель подключена к МЭУ. Встроенная система регулирования в МЭУ обеспечивает выполнение задания по положению с высокой скоростью движения гидроцилиндра (30 мм/с). Такая схема позволяет иметь высокую точность позиционирования по положению шибера (0,2 мм) и большое тяговое усилие (7000 кг).

Измеренный изотопным прибором уровень в виде аналогового сигнала поступает на вход регулятора РУС-0.4.



Рис. 1

Этот сигнал сравнивается с заданием, обрабатывается, корректируется с учетом скорости разливки, положения шибера и в соответствии с режимами работы преобразуется в сигнал управления, который подается на МЭУ. Встроенный в регулятор блок адаптации позволяет поддерживать уровень в кристаллизаторе на различных скоростях разливки и при любых марках стали.

В качестве средства, обеспечивающего визуализацию процесса, анализа переходных процессов и архивирования, используется специальный промышленный компьютер с предустановленным ПО. Он имеет развитую архитектуру вычислительного ядра, мощную систему команд, обилие внутренней памяти разного типа и встроенной периферии. Последний фактор позволяет эффективно использовать новейшие технологии вычислительной техники и качественного ПО для эффективного регулирования. Частота сканирования процессов в SCADA Trace Mode инженерной станции регулятора *РУС-0.4* составляет 10 Гц.

С экрана дисплея посредством клавиатуры и мыши производятся установка параметров, калибровка каналов и определение критериев автоматического регулирования по переходным процессам разливки. На основании анализа полученных результатов выбираются модель регулятора и расчетные параметры настроек. Вводятся технические характеристики регулирующего клапана (шибера), сечения кристаллизатора, аварийных и сигнальных уставок, шкал параметров, интервалов времени. Имеется специальный экран управления регулятором, позволяющий без остановки изменять режимы и контролировать ход процесса.

Для линеаризации расходной характеристики шибера в регуляторе имеется специальный алгоритм. В зависимости от требуемого расхода он устанавливает соответствующее положение шибера. Расход металла по ручью вычисляется по скорости и сечению кристаллизатора.

В регуляторе встроены функции, обеспечивающие автоматический запуск, "прокачку" шибера, алгоритм "смена стакана", "уход на концы", управление скоростью разливки для подготовки к режиму "плавка на плавку", ведение разбраковки по длине слитка. При автоматическом запуске система сама наполняет кристаллизатор и набирает скорость ручья до заданной.

В режиме "прокачка" происходит колебание шибера вокруг определенного регулятором положения для улучшения пропускной способности клапана (шибера). При смене стакана снижается скорость, и расход стали через шибера при повторном нажатии на кнопку "смена стакана" возвращается в прежний режим, который был до выполнения этой операции.

При нажатии кнопки "уход на концы" система сообщает разлищику, когда можно закрыть какой ручей с точностью +200 мм. В режиме "плавка на плавку" система скоростью управляет ручьями так, чтобы рез заготовок на машине газовой резки происходил в одно и то же время. Ведение разбраковки по колебаниям уровня стали в кристаллизаторе обеспечивает статистическими показателями на каждую заготовку АСУ МНЛЗ.

Система *РУС-0.4* способна выдавать сигналы в виде речевых сообщений или различных звуковых сигналов о событиях процесса разливки.

Тренд реального времени изображен на рис. 2.



Дата и время положения визира Значения параметров при пересечении визира с кривой Поле графиков

Рис. 2

Ввод параметров регулятора показан на рис. 3 и осуществляется в следующей последовательности:

- наехать манипулятором мыши на цифровое поле параметра, который необходимо изменить, и нажать правую кнопку манипулятора (рис. 3);

Вход		К.П.	0.00
Задание	0.00	Т.И.	0.00
Зона нечувств.	0.00	Т.Д.	0.00
Выход	0.00	Скорость баланс.	0.00

Рис. 3

- в появившемся окне (рис. 4) ввести необходимое значение и нажать кнопку *OK*.

Ввод десятичной запятой осуществляется одновременным нажатием клавиш *UPPER* и *U*. Переключение цифровой клавиатуры в режим управления курсором и обратно производится нажатием на клавишу *NUM LOCK*.

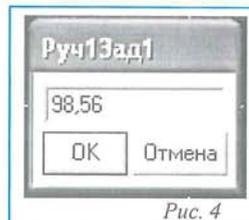


Рис. 4

Переключение между экранами регуляторов и архивом тренда осуществляется клавишами *F7*, *F8*, *F9*, *F10*.

Архивные тренды

Экран архивных графиков (рис. 5) аналогичен экранам

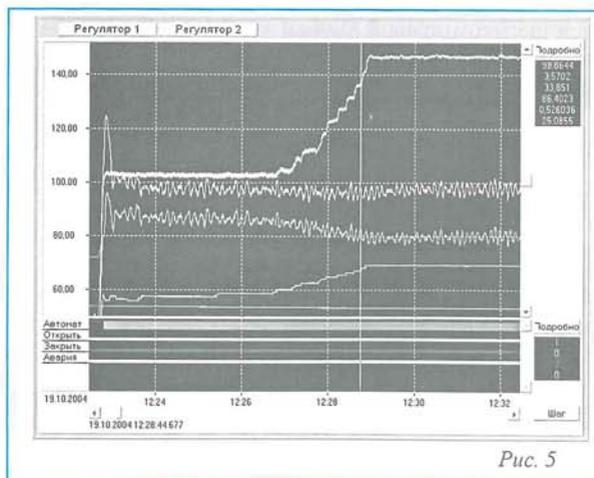


Рис. 5

трендов реального времени. Исключением является форма архивного тренда. Форма архивного тренда работает несколько иначе, чем форма тренда реального времени. Во-первых, визирные значения отображаются вертикально в правой части формы под кнопкой *Подробнее*. Количество выводимых кривых не ограничено. При большом количестве кривых в правой части появляется вертикальная полоска скроллинга, позволяющая просмотреть визирные значения, выходящие за пределы формы.

Переключение шкалы и управление видимостью кривых

Чтобы переключить шкалу тренда, нужно в режиме реального времени нажать ЛК на кнопке *Подробнее*, затем в открывшемся окне выделить кривую. Шкала этой кривой будет установлена для тренда. Вид этого окна показан на рис. 6.

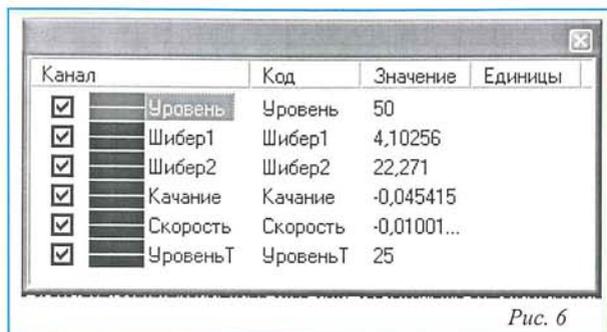


Рис. 6

Для управления видимостью кривых в начале строки описания каждой из них имеется специальное поле. Кривая будет видима, если для нее в этом поле установлен флаг.

В буфере тренда запоминаются изменения значений, а не временные срезы. Это позволяет отслеживать изменения параметров с наиболее высокой точностью, определяемой циклом их опроса. Чтобы закрыть это окно, достаточно отжать кнопку *Подробнее* или нажать на кнопку закрытия окна.

Настройка архивного тренда в реальном времени

По умолчанию на графиках отображается кривая первого по списку сигнала базы каналов проекта. Для указания конкретных сигналов необходимо войти в диалог настройки графика и выбора кривых. Это делается щелчком правой кнопки мыши в поле графиков. Возникает следующий диалог (рис. 7).

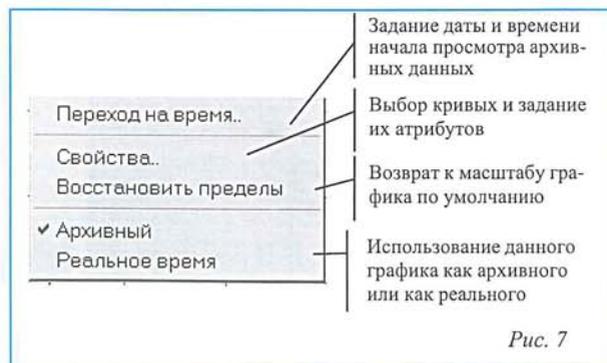


Рис. 7

Просмотр значений и изменение масштаба

Во время работы с трендом может возникнуть необходимость уточнить значение кривой в некоторой точке. Для этой цели служит визир. Чтобы вывести на экран визир, нужно нажать ЛК в области построения графика. Перемещение визира производится нажатием ЛК на требуемой точке графика (рис. 8).



Рис. 8

Для более точной установки визира можно изменить масштаб тренда. Изменение масштаба тренда реализуется по одновременному нажатию клавиш *Ctrl* и одной из стрелок (*влево* и *вправо* для горизонтальной, *вверх* и *вниз* для вертикальной осей соответственно). Клавиши *вправо* и *вверх* увеличивают масштаб, а *влево* и *вниз* — уменьшают. Значение, на которое указывает визир, отображается в поле под кнопкой *Подробнее*. Возврат к исходному масштабу осуществляется командой *Восстановить пределы*, которая содержится в списке, вызываемом по нажатию ПК в окне тренда. Кроме того, в этом списке содержатся команды *Переход на время* и *Свойства*. Команда *Свойства* выводит на экран диалог настройки тренда. Вторая команда позволяет перейти к области графика, в которой находятся значения в заданный период времени. При ее выполнении появляется окно выбора, приведенное на рис. 8.

Добавление и редактирование кривых

Чтобы добавить новую кривую, следует нажать кнопку *Добавить*. Последующие нажатия на эту кнопку будут выводить в список кривые с теми же самыми атрибутами. Для редактирования атрибутов любой кривой ее нужно сначала выделить в списке.

Для редактирования атрибутов сразу нескольких кривых следует нажать ЛК на кнопке *Групповое редактирование*. Далее, удерживая нажатой клавишу *Shift*, надо выделить требуемые кривые и сделать необходимые настройки.

Настройка шкалы

Для каждой кривой с помощью полей *Min* и *Max* можно задать диапазон вывода ее значений. Этот диапазон можно также привязать к шкале канала, с которым связана данная кривая. Для этого надо установить флаг *Использовать шкалу*. В последнем случае при работе в реальном времени диапазон вывода значений для этой кривой будет автоматически модифицироваться при изменении границ шкалы канала.

Интерполяция

Данные для просмотра либо заносятся в буфер тренда при изменении значений контролируемых параметров, либо считываются из архива, в который они также заносятся по изменению.

При построении кривых требуется восстановить значения в промежуточных точках. По умолчанию в них сохраняется предыдущее значение, а затем происходит ступенчатое изменение до следующего значения. Если для кривой установлен флаг *Интерполировать*, то вместо ступенчатого изменения значения будет рисоваться наклонная линия. Она соединяет точку изменения значения и точку, отстоящую от нее по времени на величину периода канала.

Установка архивных даты и времени

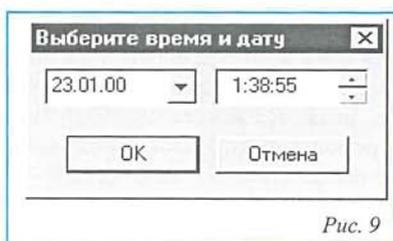


Рис. 9

левым окном. Чтобы установить время, нужно последовательно выделить каждое поле времени в правом окне и ввести требуемое значение с помощью клавиатуры или стрелок (рис. 9).

Типовые схемы подключения *РУС-0.4* показаны на рисунках 10-13.

Малоканальные контроллеры DCS-2001 для рассредоточенных систем автоматизации

Малоканальные контроллеры DCS-2001, использованные при создании регулятора *РУС-0.4*, предназначены для применения в рассредоточенных системах автоматизации технологических процессов общего назначения. В состав контроллеров входят следующие модули:

- AI-14, AI-15 – модули аналогового ввода;
- АО-12 – модуль аналогового вывода;
- CPU-12A – модуль центрального процессорного устройства;
- DI-12 – модуль дискретного ввода;
- DIO-12 – модуль дискретного ввода/вывода.

Все модули семейства выполнены в виде многослойных печатных плат размером 77x85 мм, установленных в пластмассовых корпусах,

Выбор даты производится из меню, которое раскрывается при нажатии на стрелку рядом с

имеющих элементы крепления на стандартный DIN-рельс типа DIN3 (TS35/F6) или DIN1 (TS32/F6). На базе этого семейства формируется контроллер, состоящий из обязательного элемента – модуля процессора CPU-12 – и до 4-х модулей УСО. В отличие от семейства DCS-2000 модули УСО сер. DCS-2001 не имеют собственного процессора и последовательного интерфейса и работают исключительно под управлением модуля CPU-12. Обмен данными между CPU-12 и любым из 4-х модулей УСО осуществляется посредством параллельного интерфейса, включающего сигналы мультиплексированной 4-х разрядной шины адреса/данных, сигналов управления, разрешения выдачи, тактирования, а также линий питания +5 и +24 В.

Электрически все модули соединяются посредством плоских кабелей и конструктивно объединяются в единый наборный пластмассовый корпус, предназначенный для установки на стандартный DIN-рельс типа DIN3 (TS35/F6) или DIN1 (TS32/F6). Для подключения внешних цепей на каждом модуле имеются клеммные соединители типа СММ. Кроме того, все модули

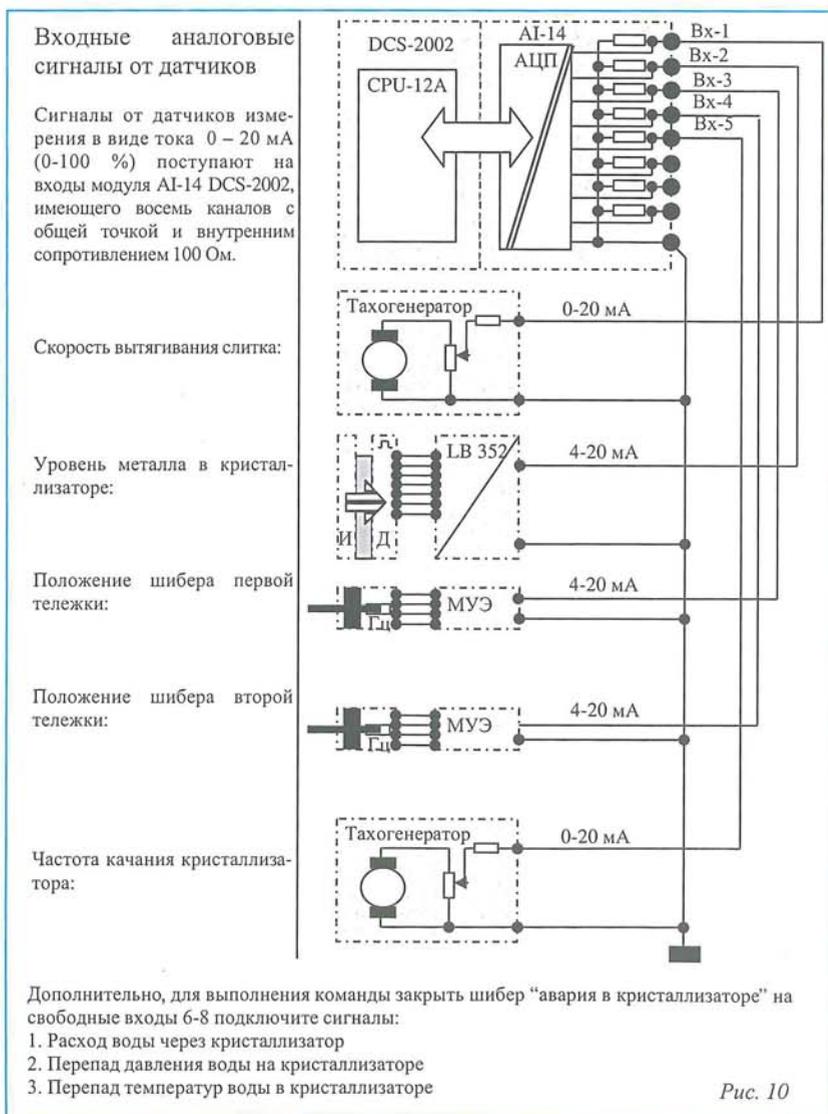


Рис. 10

Выходные аналоговые сигналы управления

Сигналы от модуля АО-12 DCS-2002 в виде тока 0–20 мА (0-100 %) поступают на вход модуля электронного управления гидроприводом шибера

Управление положением шибера тележки № 1:

Управление положением шибера тележки № 2:

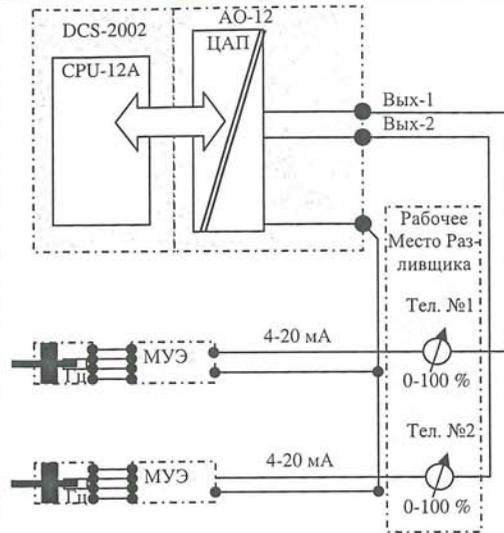


Рис. 11

Входные/выходные дискретные сигналы управления

Сигналы от модуля DIO-12.1 DCS-2002 в виде напряжения 24 В (ток до 0,1 А) поступают на вход объекта управления.

На вход DIO-12.1 приходят сигналы 24 В (ток 10 мА) с рабочего места разлива (PMP) и системы АСУ.

Сигнализация пульта PMP

“Регулятор в режиме “Автомат”

“Регулятор в режиме “Ручной”

“Открыть шибер”

“Закрыть шибер”

Кнопки пульта PMP

“Автомат”

“Ручной”

“Открыть”

“Закрыть”

“Аварийное закрытие шибера”

“Проверка сигнализации”

“Смена стакана”

“Уход на концы”

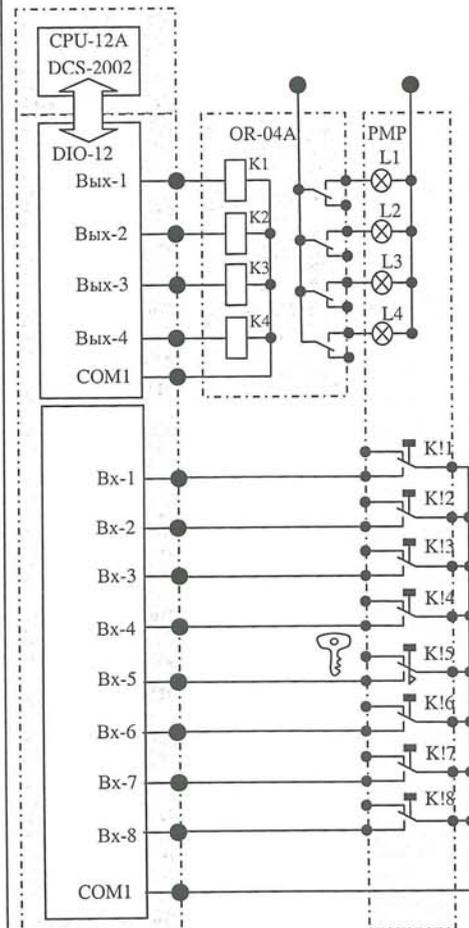


Рис. 12

имеют светодиодные индикаторы, позволяющие визуально контролировать состояние входов/выходов и функционирование модулей.

Питание контроллера осуществляется от источника постоянного тока 24 В. Все цепи модулей семейства DCS-2001 гальванически изолированы от внешнего источника питания 24 В. Напряжение изоляции составляет не менее 500 В.

Контроллеры DCS-2001 могут быть оснащены системой бесперебойного питания постоянным током напряжением 24 В с буферными аккумуляторными батареями. Это обеспечивает управляемость системы на расчетное время при пропадании электропитания с подстанции. Модули, входящие в контроллер, являются восстанавливаемыми и ремонтпригодными изделиями, предназначенными для круглосуточной непрерывной эксплуатации

Программное обеспечение

Программное обеспечение контроллера DCS-2001 базируется на FUJISU Softune Workbench V30L29 и FUJISU FLASH MCU. В качестве программатора служит промышленный компьютер в составе PУС-0.4. Программное обеспечение компьютера базируется на Trace Mode 5 Professional RTM 5.0 фирмы AdAstrA (Москва). Операционная система компьютера Microsoft Windows Server 2003.

Прикладное ПО SOFTRUS-4.0, разработанное и используемое для регулятора уровня стали ЗАО “ЭМИКОН”, поставляется в двух экземплярах для контроллера DCS-2001 и промышленного компьютера и представляет собой единую инструментальную систему. Драйвер ODBC Trace Mode используется для экспорта архива в базу данных ACCESS для анализа процессов разлива стали сталеплавильной лабораторией Технического управления ОЭМК.

Заключение

Испытания регулятора PУС-0.4 в составе АСУ МНЛЗ на Оскольском ЭМК показали существенное повышение точности поддержания уровня стали в кристаллизаторе и перспективность применения для этих целей малоканальных контроллеров DCS-2001.

Входные/выходные дискретные сигналы управления

Сигналы от модуля DIO-12.1 DCS-2002 в виде напряжения 24 В (ток до 0,1 А) поступают на вход объекта управления.

На вход DIO-12.1 приходят сигналы 24 В (ток 10 мА) с рабочего места разлищика (PMP) и системы АСУ.

Управление скоростью разливки

“Лампа скорость “Больше”

“Лампа скорость “Меньше”

“Скорость “Больше”

“Скорость “Меньше”

Команды от системы управления МГР

“Метка “Рез заготовки”

“Метка “100 мм от реза”

“Метка “100 мм длина общая”

Кнопки пульта PMP

“Прокатка”

“Автоматический пуск”

“Управление скоростью включить”

“Управление скоростью отключить”

“Плавка на плавку”

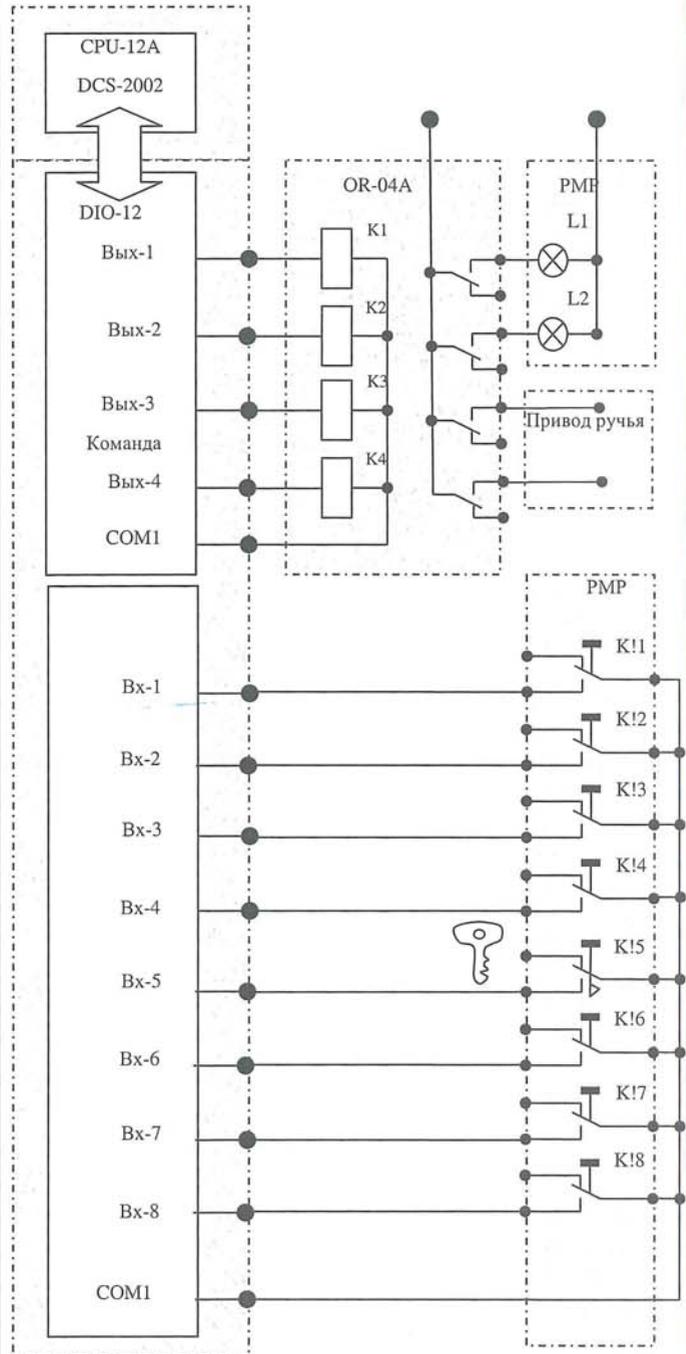


Рис. 13

Алексей Александрович Алексеев – канд. техн. наук, генеральный директор, Михаил Александрович Алексеев – канд. техн. наук, зам. генерального директора, Сергей Александрович Коробов – начальник лаборатории техцентра, Анатолий Михайлович Симонов – зам. начальника техцентра ЗАО “ЭМИКОН”.

Телефон (095) 785-51-82. E-mail: malex@emicon.ru http://www.emicon.ru