

Система контроля температуры металлургической печи

Александр Васильев, Владимир Заречнев

Приводится пример решения проблемы контроля температурного режима металлургической печи плавки в жидкой ванне с помощью IBM PC совместимого компьютера.

Металлургическая печь Ванюкова (ПВ) применяется на Балхашском горно-металлургическом комбинате для плавки медных концентратов в жидкой ванне с получением штейна, шлака и газообразных продуктов. Процесс плавки в жидкой ванне является одним из наиболее перспективных направлений в цветной металлургии. Поддержание заданного теплового режима плавки на штейн в ПВ является основой для получения хороших технологических результатов плавки [1]. Контроль за тепловым режимом ПВ осуществляется по температуре проточной воды в водоохлаждаемых медных кессонах, являющихся элементами кладки ПВ (рис. 1). Измерение температуры воды производится в 245 точках двадцати шести зон печи.

Большое количество точек контроля температуры воды влечет за собой проблемы, трудноразрешимые с помощью традиционных щитовых систем КИП. Во-первых, большое количество измерительных приборов трудно разместить на ограниченном пространстве щита КИП. Во-вторых, обслуживание большого парка измерительных приборов и сложных кабельных коммуникаций требует увеличения персонала КИП. В-третьих, затруднен обзор измерительных данных, разбросанных на большой площади щита КИП.

По исходной проектной схеме теплоконтроля температура охлаждающей воды измерялась шестнадцатью многоточечными регистрирующими приборами типа КСМ-4. Прибор КСМ-4 мог регистрировать на бумажной ленте одновременно 12 измерений. Эти приборы располагались на щите КИП, на удалении около 5 метров от оператора технолога. На щите КИП эти приборы занимали площадь примерно 4 квадратных метра.

Для отслеживания динамики теплового режима оператору печи ПВ было необходимо регулярно просматривать и расшифровывать 16 ленточных диаграмм на приборах КСМ-4, совершая для этого постоянно рейды к щиту КИП и обратно. К невысоким эргономическим характеристикам щитовой системы теплоконтроля добавлялись проблемы технического обслуживания сложной механики КСМ-4 и частых переналадок измерительных цепей.

Первая попытка заменить приборы КСМ-4 16-канальными групповыми преобразователями ГП А614-7 и вычислительным комплексом СМ/2М-ТВСО осталась нереализованной, так как требуемой надежности системы теплоконтроля эта техника не обеспечивала.

Далее, в 1989 г. для замены приборов КСМ-4 была разработана схема контроля температуры охлаждающей во-

Разрез печи Ванюкова

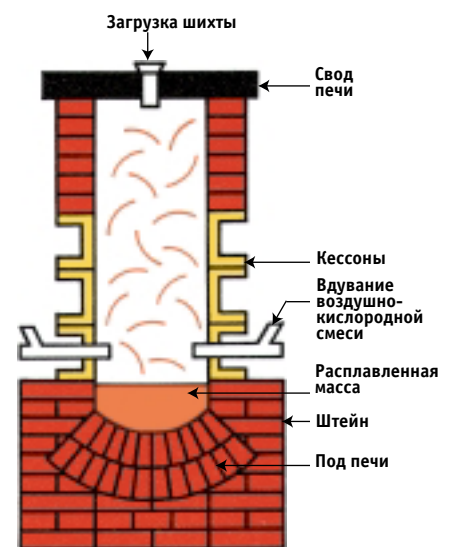


Рис. 1. Упрощенная схема медеплавильной печи

ды в кессонах на базе 16-канальных измерительных групповых преобразователей ГП А614-7. Этими групповыми преобразователями управлял специально для этой цели спроектированный цифровой автомат, циклически обегавший точки контроля температуры и показывавший результат каждого текущего измерения в цифровом виде на неоновых индикаторах типа ИН. Неоновые индикаторы размещались

вблизи рабочего места оператора, и бегать от пульта оператора к щиту КИП для просмотра диаграмм уже не было необходимости.

В 1992 г. был разработан улучшенный вариант системы теплоконтроля на базе микроЭВМ «Электроника-60», цветного телевизора Ц-202, блока отображения СОДИ-4 [2], двух 100-канальных измерительных коммутаторов Ф2111 и измерительного преобразователя Ф268. Эта компьютерная техника решала задачи теплоконтроля почти как нужно, но работала при температуре окружающей среды не выше +35°C. Поэтому она была размещена в отдельной гермоzone операторской ПВ с встроенным кондиционером типа БК. Однако постоянные проблемы с этими кондиционерами вынудили искать компьютерные средства, не столь требовательные к температуре окружающей среды. Поэтому, когда мы увидели проспект Otagon Systems, то решили, что MicroPC — это то, что нужно для теплоконтроля ПВ. В конце 1996 г. мы приобрели 2 комплекта MicroPC и блоки серии ADAM 4000 фирмы Advantech. В марте 1997 г. новая система теплоконтроля уже работала на ПВ. От прежней системы теплоконтроля в ней остались только коммутаторы Ф2111.

Первоначально мы намеревались для создания программ теплоконтроля использовать одну из SCADA-систем, чтобы просто «нарисовать» теплоконтроль. Но из-за сжатости сроков создания новой системы теплоконтроля был все же выбран вариант программирования «по старинке», так как не оставалось времени для изучения более чем 800-страничного технического описания имевшейся в наличии SCADA-системы и приобретения достаточного навыка работы с ней. Из языков програм-

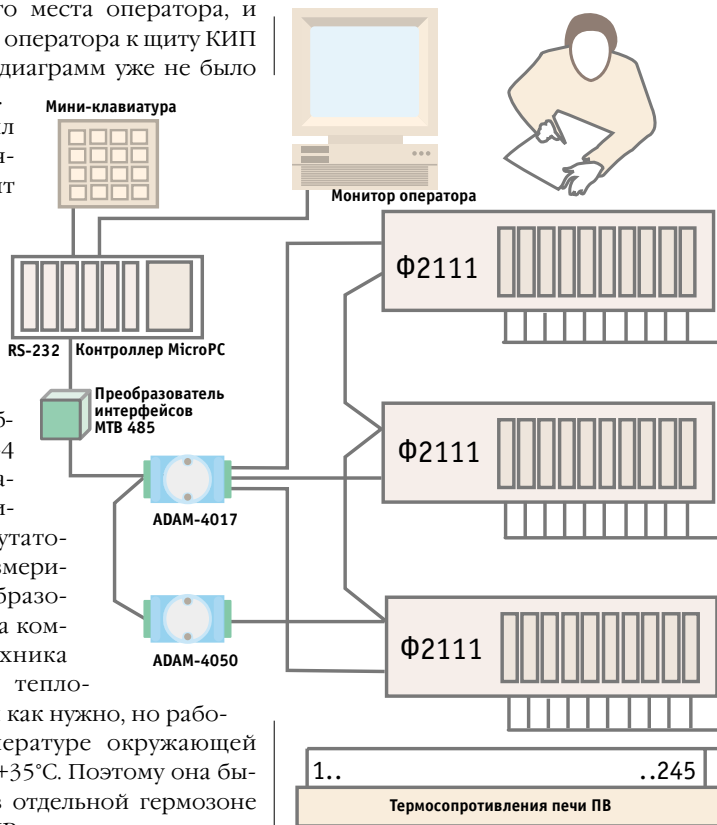


Рис. 2. Блок-схема системы теплоконтроля печи

мирования предпочтение было отдано Бейсику, так как в техописании блоков серии ADAM 4000 имелись примеры программирования на этом языке.

Разработка программ для системы теплоконтроля велась в DOS 6.22 на обычном персональном компьютере, состыкованном с макетом системы теплоконтроля. Отлаженные исполнительные модули программы переписывались затем во флэш-память MicroPC, после чего система теплоконтроля могла стартовать автоматически после включения питания.

Первый модуль программы работал на объекте уже через неделю после начала программирования на макете сис-



Рис. 3. Модули связи с объектом

темы теплоконтроля. Программирование полного набора функций теплоконтроля было завершено в течение одного месяца. Объем программы — около 1100 операторов на Бейсике, включая комментарии.

Система теплоконтроля (рис. 2) рассчитана на ввод и отображение данных по температуре от 245 медных термометров сопротивления типа ТСМ-0879 гр50М. Однако количество измерений может быть без проблем расширено до 300 и более.

Микрокомпьютер MicroPC смонтирован в металлическом ящике от группового преобразователя А614-7 и установлен под столешницей пульта оператора ПВ. Блоки ADAM также смонтированы в ящике А614-7 (рис. 3), установленном в другом помещении в непосредственной близости от коммутаторов Ф2111 (рис. 4).

Связь микрокомпьютерного блока с блоками ADAM производится через телефонный кабель по интерфейсу RS-485 со скоростью обмена 9600 бод. Три коммутатора Ф2111, оставшиеся от прежней системы теплоконтроля, установлены в отдельном помещении КИП, находящемся вблизи ПВ.

Данные измерения температур выдаются на экран монитора различными способами:

- в виде цифровой таблицы с разбивкой по зонам охлаждения печи и обозначением превышения температуры красным цветом;
- в виде четырех столбиковых диаграмм; если температура не превышает установленную, то столбики зеленые, иначе красные (рис. 5);



Рис. 4. Шкаф аналоговых коммутаторов Ф2111

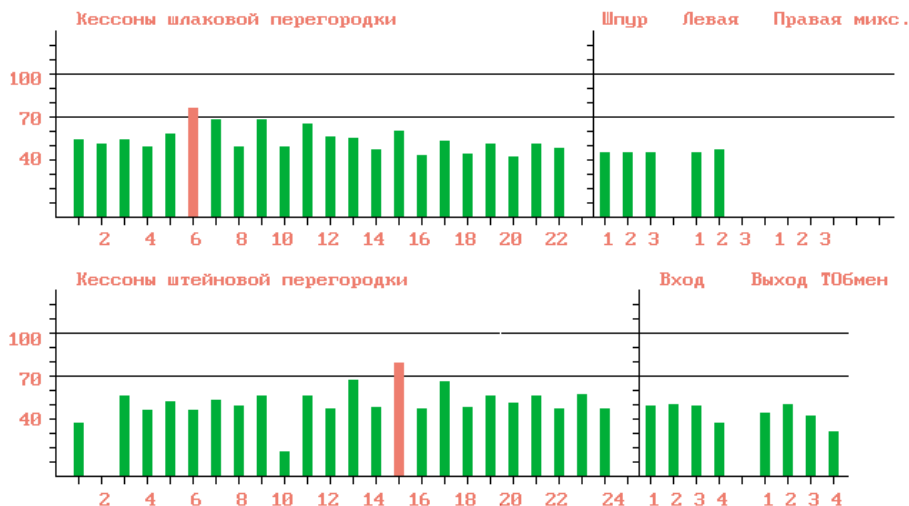


Рис. 5. Температурные профили по отдельным зонам контроля

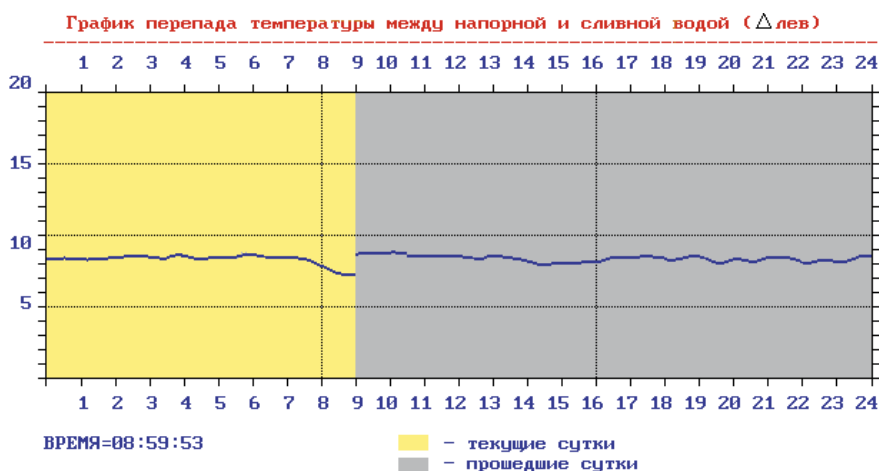


Рис. 6. Суточный график разности температур в системе охлаждения

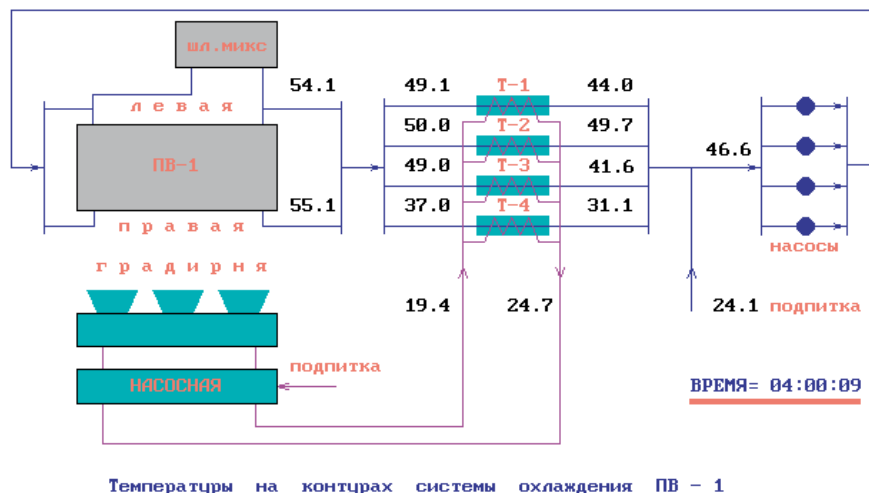


Рис. 7. Схема контура охлаждения печи

- в виде суточного тренда разницы температуры между сливной и напорной водой левой стороны первичного контура охлаждения печи (рис. 6);
- в виде мнемосхемы первичного и вторичного контуров охлаждения печи (рис. 7).

Переключения с таблицы на диаграммы, мнемосхему, график и обратно производятся с помощью мини-клавиатуры в промышленном исполнении.

Программа MicroPC производит через блок ADAM-4050 циклическое пе-

реключение коммутаторов с текущего канала на очередной. Затем выполняет чтение милливольтовых потенциалов с подключенных коммутаторами терморезисторов и преобразует значения милливольтовых потенциалов в температуры. Преобразование милливольтового потенциала в цифровой код осуществляется блоком ADAM-4017. Данные на экране обновляются после окончания полного цикла переключений коммутаторов. Длительность полного цикла переключений около двух минут. Оператор может переключать вид представления информации на экране монитора в любое время вне зависимости от состояния цикла переключений коммутаторов.

Система теплоконтроля была спроектирована, смонтирована, налажена и введена в действие менее чем за месяц, и уже «на ходу» в нее был введен полный набор функций, предусмотренный техническим заданием. С момента пуска системы теплоконтроля в марте 1977 г. отказов в работе оборудования системы теплоконтроля не было, несмотря на то, что максимальная температура окружающей среды летом доходила до +40°C.

По отзывам плавильщиков, они наконец-то получили ту систему теплоконтроля, которая им нужна. У наладчиков КИП свелись к минимуму проблемы с техническим обслуживанием системы теплоконтроля, в регламенте которого в основном осталась очистка поверхностей оборудования от пыли. Стали ненужными гермозона площадью около 10 кв. м. и досаждавшие нам кондиционеры.

В дальнейшем предполагается подключение к системе теплоконтроля удаленного принтера для печати протоколов теплового режима работы печи. Планируется разработка подобных проектов и для других объектов металлургического производства, на которых имеются проблемы с большим количеством точек контроля температур.