

**УДК 669.168.015.7.074-52**

**А.И. КРИВОНОСОВ**, д.т.н., профессор, начальник отдела,

**С.П. БАЗЮЧЕНКО**, главный конструктор, **А.Ю. ПИРОГОВ**, заместитель генерального директора,

**А.А. ПИРОЖЕНКО**, главный технолог, **А.Л. ПАНАСОВСКИЙ**, ведущий инженер

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## **ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС АСУ ТП ГАЗООЧИСТКИ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ПЕЧЕЙ НА ПЛАТФОРМЕ GE FANUC**

Статья посвящена практическим аспектам разработки системы автоматического управления газоочисткой двух ферросплавных печей №№ 3, 4 ТОО «Таразский металлургический завод» (Республика Казахстан). Система построена на базе контроллеров VersaMax и программного обеспечения Proficy SimpliCity компании General Electric Fanuc.

**рукавный фильтр, газоочистка ферросплавной печи, автоматизированная система  
управления, программно-технический комплекс**

В последнее время металлургические предприятия Украины, Российской Федерации и Республики Казахстан

стали уделять больше внимания вопросам экологической безопасности производства и охране окружающей

© А.И. Кривоносов, С.П. Базюченко, А.Ю. Пирогов, А.А. Пироженко, А.Л. Панасовский



природной среды. Не стали исключением и ферросплавные заводы, открытые рудовосстановительные печи которых являются мощными источниками выбросов пыли в атмосферу. Одной из первоочередных задач при модернизации и реконструкции ферросплавных производств является внедрение современных и эффективных систем очистки технологических газов.

Наиболее эффективными системами очистки технологических газов в настоящее время являются газоочистки на базе рукавных фильтров с импульсной регенерацией (ФРИР), предназначенные для очистки технологических газов и аспирационных выбросов от мелкодисперсной пыли, не являющейся пожаро- и взрывоопасной. Область применения фильтров – любая из отраслей промышленности, технология которой предполагает образование запыленных газов или воздуха. Рукавные фильтры таких систем оснащены подсистемой регенерации, обеспечивающей отвод отфильтрованной мелкодисперсной пыли от рукавов фильтра, и подсистемой выгрузки и транспортировки, обеспечивающей вывод пыли для последующей утилизации. Остаточная запыленность газов после таких систем очень низкая – обычно не превышает 20 мг/м<sup>3</sup>.

УкрГНТЦ «Энергосталь» спроектировал и поставил систему газоочистки подобного типа для ферросплавных электропечей №№ 3, 4 цеха № 3 ТОО «Таразский металлургический завод» (ТОО «ТМЗ»), Республика Казахстан. Для данной системы УкрГНТЦ «Энергосталь» был разработан и поставлен программно-технический комплекс (ПТК) автоматизированной системы управления газоочисткой – важный компонент, обеспечивающий нормальное протекание технологического процесса и бесперебойность работы электропечей. Основное назначение ПТК – выполнение автоматизированного контроля, анализа, координации и регулирования основных параметров технологического процесса отбора, транспортировки и очистки газопылевоздушной смеси, выделяющейся при проведении производственного процесса плавки.

Заказчиком – ТОО «ТМЗ» – было определено использование платформы GE Fanuc, поскольку эта платформа традиционно используется на всех ферросплавных заводах Казахстана.

#### **Основные достоинства ПТК АСУ ТП на платформе GE Fanuc:**

- наличие недорогих контроллеров серии VersaMax со встроенным интерфейсом Ethernet;
- наличие модулей ввода-вывода высокой интегральности (до 32 каналов дискретного ввода-вывода и до 15 каналов аналогового ввода);

- наличие модулей для приема сигналов термометров сопротивления ТСМ-50;
- наличие сквозной SCADA/SoftLogic среды программирования Proficy Cimplicity.

#### **Основные задачи АСУ ТП газоочистки:**

- автоматический периодический опрос значений технологических параметров и положения исполнительных органов с цветовым и текстовым отображением на мониторах автоматизированных рабочих мест (АРМ) и панелях операторов;
- автоматический контроль появления предаварийных и аварийных значений параметров с отключением соответствующего оборудования при появлении аварийных значений параметров для предотвращения выхода его из строя, вплоть до выключения всей установки;
- автоматическое и дистанционное управление механизмами и приводами газоочистки;
- выполнение режима автоматического управления газоочисткой даже при полном выходе верхнего уровня АСУ ТП из штатной программы работы либо при обесточивании аппаратурой верхнего уровня АСУ ТП;
- автоматическое поддержание температуры пыле-газовоздушной смеси перед рукавными фильтрами, путем регулирования подсоса наружного воздуха;
- архивирование всей информации, поступающей от объекта, с возможностью ее просмотра на верхнем уровне АСУ ТП за любой промежуток времени календарного года;
- автоматическое формирование протокола событий (фиксация с указанием времени возникновения всех нештатных ситуаций, восстановления их штатного состояния, а также действий оператора с использованием средств пользовательского интерфейса АСУ ТП) с возможностью просмотра его на верхнем уровне АСУ ТП за любой промежуток времени календарного года;
- формирование отчетной документации по формам, согласованным с заказчиком;
- возможность распечатки на принтере трендов по любому измеряемому параметру, протоколов событий, отчетной документации за любой промежуток времени календарного года;
- обеспечение программных мер защиты от ошибочных действий персонала при эксплуатации.

**Структура ПТК АСУ ТП газоочистки** (рис. 1) имеет следующую двухуровневую организацию:

- нижний уровень – уровень контроллерного оборудования;
- верхний уровень – уровень АРМ оператора газоочистки, сервера сбора данных и сети передачи данных.

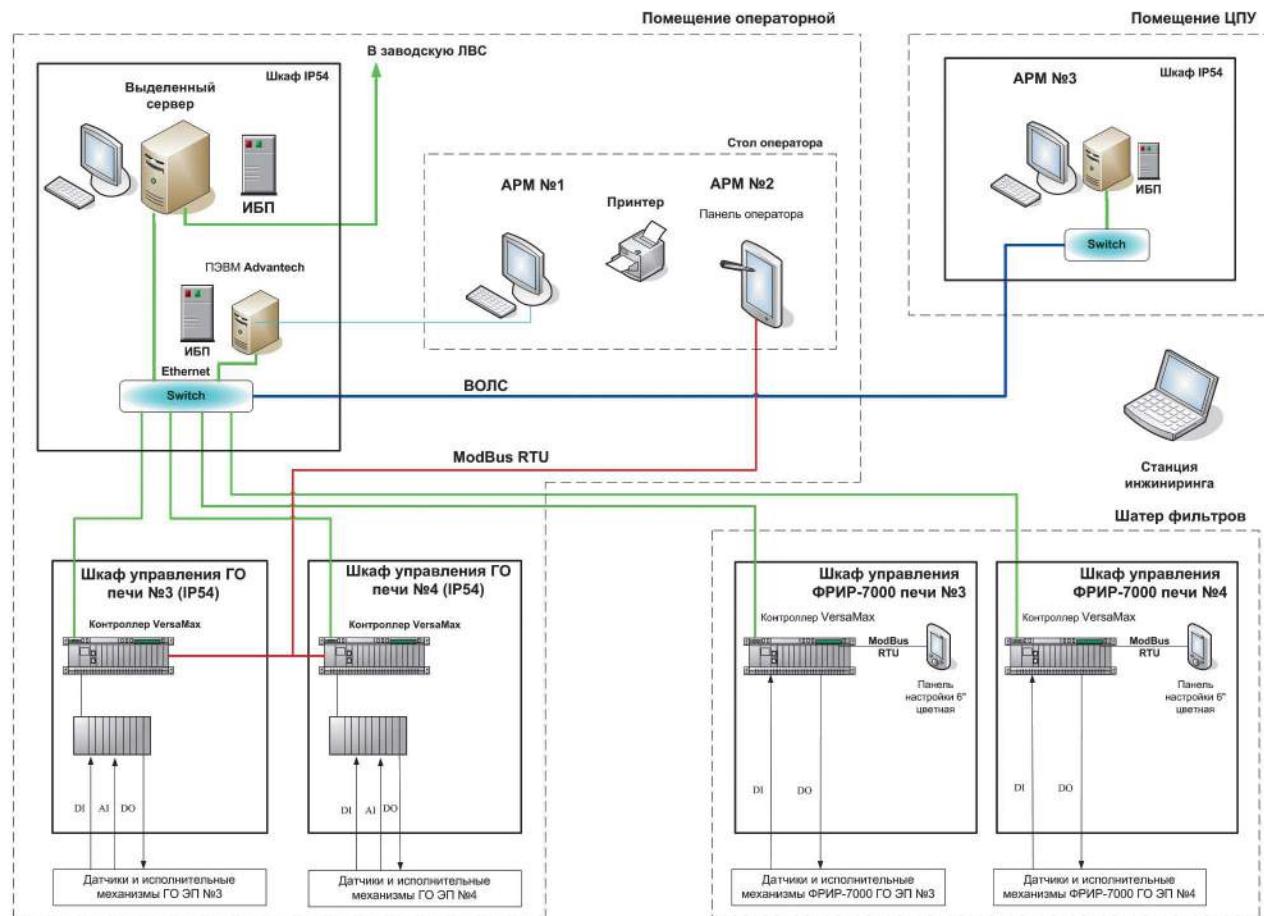


Рисунок 1 – Структурная схема ПТК АСУ ТП газоочисток ферросплавных печей №№ 3, 4 ТОО «ТМЗ»

**Нижний уровень** выполняет функции автоматического сбора данных, выдачи управляющих сигналов на исполнительные механизмы в соответствии с запрограммированными алгоритмами блокировок и защит. Уровень построен на базе контроллеров VersaMax компании GE Fanuc (IC200CPU05) и обеспечивает в реальном времени автоматическое и автоматизированное управление технологическим оборудованием, звуковую и световую сигнализацию (в случае обнаружения неисправностей), защиту АСУ ТП от ошибочных действий оператора. Нижний уровень системы построен с максимальной автономностью системы управления газоочистками – каждая система газоочистки имеет свою систему управления. Данный подход удобен при проведении пусконаладочных работ, эксплуатации и техническом обслуживании системы.

**Верхний уровень** выполняет функции сбора и отображения информации о текущем состоянии технологического оборудования и физических параметрах протекания технологического процесса, архивирования данных, выбора режима управления (автоматический/дистанционный), дистанционного управления исполнительными механизмами, отображения архивной инфор-

мации в виде таблиц и графиков, вывод на печать необходимых данных. Верхний уровень построен на базе промышленных компьютеров известного мирового производителя фирмы Advantech (по классической клиент-серверной архитектуре) и панелей оператора серии QuickPanel компании GE Fanuc. Для удобства настройки (производится в шатре-укрытии) систем управления регенерацией непосредственно в шкафах управления ФРИР установлены 6"-цветные сенсорные панели управления. Для обеспечения дополнительной устойчивости системы к любым отказам сети Ethernet и оборудования верхнего уровня установлено дополнительное рабочее место на базе 15"-цветной сенсорной панели управления. Особенностью панели является то, что ее функционирование не связано с сервером, а связь с контроллерами осуществляется по сети ModBus RTU. В такой структуре при возникновении неисправности сервера, любого из АРМ операторов, сетевого оборудования Ethernet, визуализация и управление процессом газоочистки от панели управления сохраняется, информация в архивной базе данных теряется временно (до устранения причин неисправности).

При авариях, связанных с отказом системы первичного электропитания, сохранность информации обе-



спечивается наличием энергонезависимых устройств хранения и применением источников бесперебойного питания класса «On-line», позволяющих осуществлять безаварийный останов системы и корректное выключение вычислительных средств при длительном отсутствии первичного питания (более 15 мин).

Все оборудование ПТК АСУ ТП нижнего и верхнего уровней, за исключением консолей оператора (монитора, клавиатуры и манипулятора), размещено в шкафах со степенью защиты IP54. Для удобства консоли оператора размещены на столах.

Программное обеспечение

Для оперативного управления, мониторинга и архивирования применена SCADA система Cimplicity Plant Edition, поддерживающая распределенную структуру верхнего уровня с архитектурой «клиент/сервер». Простота, прозрачность и мощные функции конфигурирования Cimplicity Plant Edition резко сокращают сроки проектирования и обучения персонала, обеспечивают высокую гибкость системы и высокую надежность ее функционирования. Cimplicity Plant Edition базируется на широком использовании технологий Microsoft, гарантирующих получение открытости системы и ее способность к интеграции с другими приложениями. Эскиз одного из видеокадров, созданных Cimplicity Plant Edition, приведен на рис. 2.

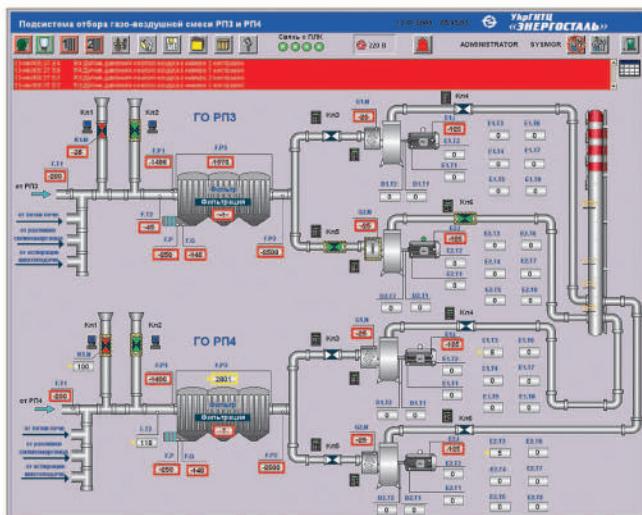


Рисунок 2 – Эскиз видеокадра ПТК АСУ ТП газоочисток  
ферросплавных печей №№ 3, 4 ТОО «ТМЗ»

В качестве среды разработки и программирования контроллеров используется компонент Logic Developer – PLC, входящий в состав программного пакета Cimplicity Machine Edition. Это базовый пакет программ, имеющий в своем составе весь спектр инструментальных средств, необходимых для конфигурирования аппаратуры, на-

стройки параметров, программирования, диагностики и обслуживания систем управления, построенных на основе программируемых контроллеров VersaMax фирмы GE Fanuc. Компонент Logic Developer – PLC имеет редактор программ, содержащий языки программирования, отвечающие стандарту IEC61131-3.

Для разработки и программирования панелей управления используется стандартный компонент View, входящий в состав программного пакета Cimplicity Machine Edition. Примеры эскизов видеокадров, созданных для панели управления ФРИР, приведены на рис. 3.

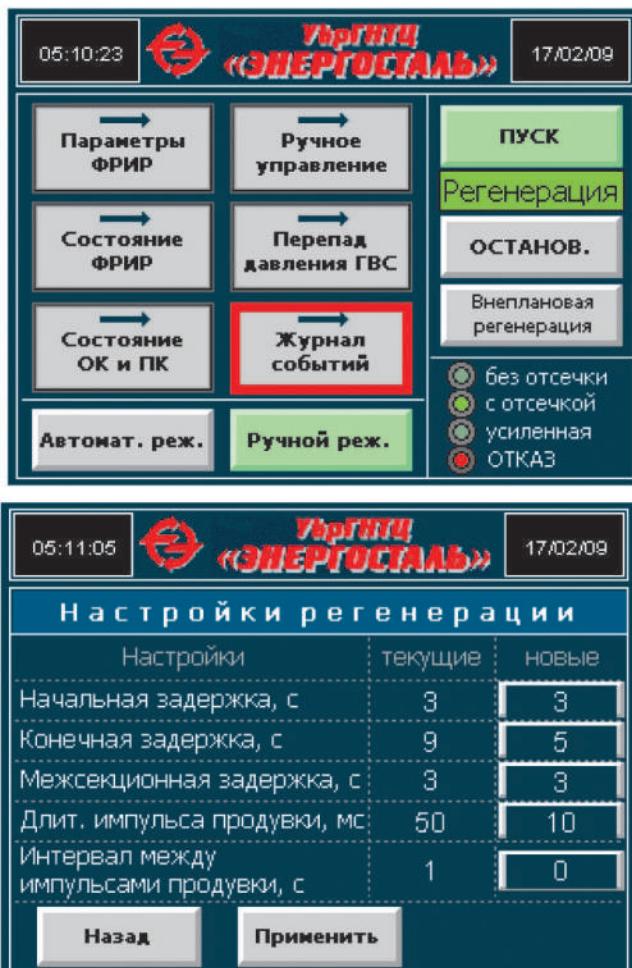


Рисунок 3 – Эскизы видеокадров панели управления ФРИР

Для организации защиты программное обеспечение (ПО) системы предусматривает различные уровни доступа для выполнения различных задач:

- частичный (пользователи: инженер-технолог смены, операторы газоочистки);
  - полный (обслуживание системы: инженер-программист и инженер-электронщик).

Для отработки алгоритмов и проверки функционирования программного обеспечения была разработана

математическая модель основных узлов объекта управления. Созданная модель без аппаратного подключения датчиков и исполнительных механизмов позволила:

- убедиться в правильности заложенных решений, в т.ч. и в установке двух клапанов подсоса воздуха: регулирующего (с приводом МЭО) и аварийного (с приводом ПВМ);
- отработать алгоритм управления/регулирования клапанами подсоса воздуха: регулирующим и аварийным (быстродействующим);
- проверить работу подсистемы диагностики исполнительных механизмов;
- проверить функционирование автоматических блокировок и защит в различных режимах работы;
- проверить функционирование системы при возникновении нештатных и аварийных ситуаций, связанных с отказами датчиков, исполнительных механизмов и ошибочными действиями операторов.

Использование математических моделей основных узлов позволило выявить и устранить на ранних этапах отработки программного обеспечения ряд замечаний, что позволит сократить сроки проведения пусконаладочных работ на объекте внедрения.

**Отличительные особенности** разработанного ПТК АСУ ТП газоочисток ферросплавных печей №№ 3, 4 ТОО «ТМЗ»:

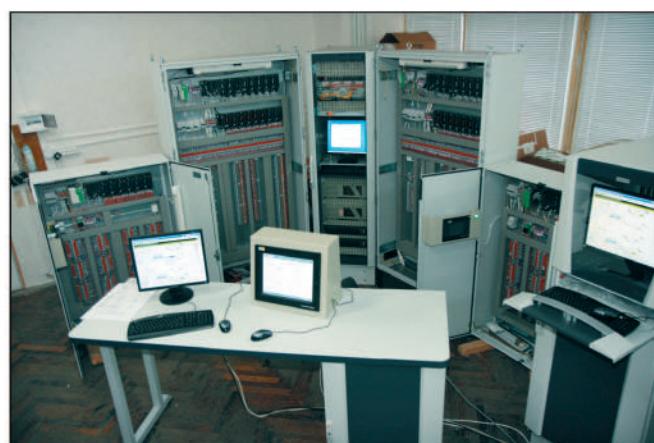
- высокая надежность (наработка на отказ для используемых модулей контроллера не менее 500 тыс. часов);
- оригинальное решение по резервированию АРМ (клиент-серверной архитектуры) дополнительной установкой панелей оператора (QuickPanel);
- разграничение уровней доступа пользователей (оператор, технолог) и обслуживающего персонала (инженер АСУ);
- отработка ПТК АСУ ТП на комплексном стенде с применением математической модели основных узлов объекта управления;

Стаття присвячена практичним аспектам розробки системи автоматичного управління газоочисткою двох феросплавних печей №№ 3, 4 ТОО «Тарацький металургійний завод» (Республіка Казахстан). Система побудована на базі контроллерів VersaMax та програмного забезпечення Proficy Cimplicity компанії General Electric Fanuc.

- реализованная аппаратная защита каналов входа-выхода контроллеров управления по предельно допустимым параметрам;
- заложенная возможность расширения АСУ ТП газоочисток до 4 печей.

После трехмесячных испытаний на стенде УкрГНТЦ «Энергосталь», в процессе которых была подтверждена надежность и бесперебойность работы ПТК АСУ ТП газоочистки, комплект был отгружен заказчику (в настоящее время ведутся строительно-монтажные работы).

ПТК АСУ ТП газоочисток на стенде УкрГНТЦ «Энергосталь» приведен на рис. 4.



**Рисунок 4 – ПТК АСУ ТП газоочисток  
на стенде УкрГНТЦ «Энергосталь»**

Эффективная работа коллектива разработчиков ПТК АСУ ТП в составе УкрГНТЦ «Энергосталь», их непрерывное тесное сотрудничество с технологами и проектировщиками газоочистки – все это способствовало оперативному учету особенностей объекта управления и оптимизации характеристик комплекса.

Поступила в редакцию 15.04.2010

The article is devoted to practical aspects of developing the automatic control system of gas purification for ferroalloy furnaces Nos. 3, 4 of LC "Taraz Iron & Steel Works" (Kazakhstan). The system is based on VersaMax controllers and software Proficy Cimplicity of the company General Electric Fanuc.