

УДК 621.39:681.5

В.В. Гурулалов, к.т.н., В.И. Бессараб, к.т.н., В.В. Червинский, доц.
НТУ, Донецк

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕПЛОВЫМ ОБЪЕКТОМ НА БАЗЕ ШИНЫ PROFIBUS

Annotation. In article the principles of embodying of a distributed control system of installation of coal processing in pyrolysis gas on the basis of technologies Profibus and industrial Ethernet. The skeleton diagram of distributed control system of installation included in telecommunication network and uniting some sections of composite chemistry-thermal industrial object is offered.

Одной из перспективных технологий переработки бурого угля является его пиролиз с целью получения полукокса и пиролизного газа на установках с циркулирующим кипящим слоем, относящихся к классу химико-тепловых объектов. Разработка и исследование подобных установок проводятся в Научно-техническом центре угольных энерготехнологий НАН Украины и Минэнерго Украины и в Донецком национальном техническом университете. Типовая схема установки приведена в [1].

В предыдущих работах [1, 2] авторами синтезирована двухуровневая иерархическая система оптимального управления установкой, в настоящей работе рассматривается возможность разработки цифровой распределенной системы управления, отдельные элементы которой связаны посредством те-

лекоммуникационной сети, построенной на основе современных промышленных сетевых технологий.

Установка имеет распределенную структуру, является сложным много связным объектом и конструктивно разбита на пять технологических модулей. Каждый модуль оснащен датчиками и исполнительными органами. В основном это датчики температуры, расхода воздуха, расхода потока частиц и анализаторы состава газообразных продуктов сгорания, исполнительные органы – привода и заслонки подачи угля и воздуха. Каждый технологический модуль рассматривается как локальный объект управления со своими критериями, полученными в результате декомпозиции задач управления всей установкой. Для достижения глобальной цели оптимизации – максимального выхода пиролизного газа локальные системы управления (ЛСУ) подчинены вышестоящей координирующей системе.

Анализ современных способов организации распределенных систем управления сложными объектами показал, что наиболее подходящей для данного объекта является применение промышленной шины PROFIBUS для организации системы управления технологическим процессом в совокупности с телекоммуникационной сетью типа промышленный Ethernet для организации связи между уровнем производства и цеховым уровнем. PROFIBUS является наиболее распространенной на Украине открытой стандартизированной бит-последовательной шиной промышленного применения (Fieldbus), позволяет обмениваться информацией компонентам автоматизации любых разновидностей через стандартные интерфейсы передачи данных. Предполагается использование двух спецификаций PROFIBUS, реализованных совместно на одной шине: PROFIBUS-DP и PROFIBUS-FMS.

Протокол PROFIBUS-DP предназначен для высокоскоростной передачи данных на уровне исполнительных механизмов и датчиков. На этом уровне контроллеры, обмениваются данными со своими периферийными устройствами через быструю последовательную связь.

Протокол PROFIBUS-FMS предназначен для решения задач взаимодействия на верхнем уровне и промышленном (field) уровне иерархии промышленных связей [4].

Схематически предлагаемый вариант технической реализации распределенная структура системы управления установкой по переработке угля в пиролизный газ на базе промышленной шины Profibus представлен на рис. 1.

Для организации связи с датчиками и исполнительными устройствами, являющимися ведомыми DP-устройствами, на нижних (полевых) уровнях управления используется AS-интерфейс.

Второй уровень – локальные системы управления (ЛСУ) технологическими модулями, выполнены на автономно работающих программируемых логических контроллерах (ПЛК), подключенных к шине Profibus. Данные устройства классифицируются как ведущие DP-устройство класса 1 (DPM1). Они работают как независимые подсистемы, каждая из которых состоит из

одного ведущего и относящихся к нему ведомых устройств. Каждое ведущее устройство может читать входные или выходные образы. Записывать данные в ведомое DP-устройство может только одно ведущее устройство (которое задается при конфигурировании). Подключение устройств AS-интерфейса к шине Profibus осуществляется через коммутационные модули.

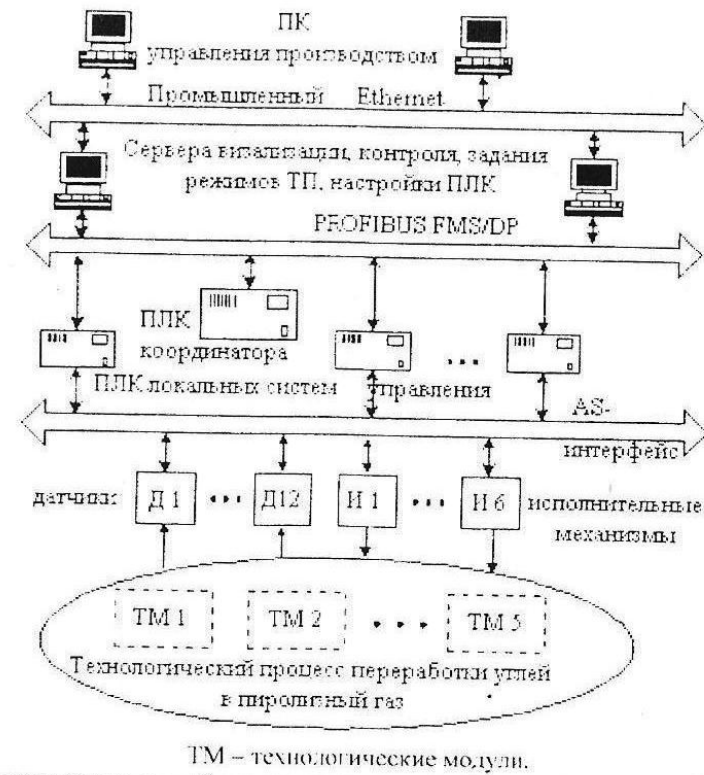


Рис. 1. Схема распределенной системы управления установкой по переработке угля в пиролизный газ на базе промышленной шины Profibus.

Главный контроллер системы, на базе которого выполнен координатор, обрабатывает информацию, поступающую от ЛСУ и напрямую от датчиков и выдает на ЛСУ координирующие и опорные сигналы. Главный контроллер связан с ЛСУ по протоколу Profibus-DP.

Третий уровень – человеко-машинный интерфейс. Включает компьютер оператора с системой обработки данных, контроля и визуализации технологического процесса и программаторы для конфигурирования контроллеров. Компьютер оператора подключен к главному контроллеру по сети Industrial Ethernet, а также имеет подключение к шине Profibus по протоколу FMS. Программаторы выполнены на базе персональных компьютеров. Устройства третьего уровня относятся к ведущим DP-устройствам класса 2 (DPM2).

Четвертый уровень – управление производством. Здесь производится координация деятельности нескольких участков для достижения равномерности массового и энергетического потоков. Для рассматриваемого технологического процесса такими участками являются модули подогрева воздуха, дробления и сушки угля как поставщики входных потоков, модули охлаждения и обработки полукокса и пиролизного газа как потребители выходных потоков установки по переработке углей в пиролизный газ. Телекоммуникационная сеть уровня управления производством организуется на базе технологии Industrial Ethernet.

Для технической реализации данной структуры на базе протокола PROFIBUS существуют различные способы. В принципе протокол PROFIBUS можно реализовать на любом микропроцессоре, у которого есть внутренний и внешний асинхронный последовательный интерфейс (UART). Как правило, для реализации протокола PROFIBUS на скорости передачи 1.5 Мбит/с не требуется специальных аппаратных компонентов.

Наиболее подходящей с точки зрения сложности объекта и распределенной структуры системы управления является реализация с аппаратной поддержкой уровня 1 и уровня 2. В этом способе реализации протокола PROFIBUS часть функций или все функции уровня 1/2 выполняются специальной прикладной микросхемой (ASIC), а остальные части реализуются программно микроконтроллером.

Локальные системы управления реализуются на базе ПЛК, запрограммированных по алгоритмам локального оптимального управления. Основные блоки программ локального управления – матрицы регуляторов, матрицы наблюдателей, алгоритмы функционирования и обучения корректирующих нейросетевых элементов.

Задачи локальной оптимизации решаются посредством отрицательной обратной связи по состоянию. При этом неизмеряемые переменные состояния восстанавливаются при помощи наблюдателей Люнбергера.

Разработанные нейросетевые корректирующие элементы, работающее по параллельной схеме, позволяют скомпенсировать неучтенные при построении модели нелинейности, влияние возмущений и эксплуатационные изменения параметров установки.

Обучение нейрорегулятора производится по алгоритму обратного распространения. Поскольку обучение нейронной сети пошаговое, каждый шаг обучения производится в дискретные моменты времени цифровой системы управления объектом. Нейронная сеть является двухслойной прямого распространения с логистической сигмоидальной функцией активации скрытого слоя и линейной функцией активации выходного слоя.

Глобальная задача управления установкой решается в САУ второго уровня. В свою очередь функции алгоритма второго уровня разделены между ПЛК, реализующим функции координатора и предварительного фильтра. и

ПК оператора, реализующего функции задатчика рабочих режимов.

Таким образом, рассмотрены принципы реализации распределенной системы управления установкой с ЦКС по переработке углей в пиролизный газ на базе технологий полевой шины Profibus и промышленной сети Ethernet. Предложена структурная схема распределенной системы оптимального управления установкой, входящей в телекоммуникационную сеть, объединяющую несколько участков сложного химико-теплового производственного объекта

1. Бессараб В. И., Мокрый Г. В., Червицкий В. В. Разработка структуры математической модели процесса газификации угля на установках с циркулирующим кипящим слоем. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. випуск : - Донецьк: ДонІІТУ, 2003. - №59. С. 16 - 23.
2. Червицкий В.В., Бессараб В.И. Иерархична система оптимального управління установкою з газифікації вугілля методом напівкоксування з циркулюючим киплячим шаром // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. – Херсон: Изд. ХНТУ, 2004. №2 (14) – С. 187 – 192.
3. Олссон Г., Ниани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Петровский Диалект, 2001. – 557 с.илл.
4. Компоненты для комплексной автоматизации Siemens Simatic Электронный каталог ST 70, Москва: Siemens, 1999.

Поступила 18.05.2005г.