

оборудованием до 1300 °C), выпускается длиной от 457 мм до 3,66 м. диапазоны измерения кислорода 0 – 10% или 0 – 25% (выбирается через интерфейс HART), точность $\pm 2\%$ от показаний или $\pm 0,1\% \text{ O}_2$.

Фирма SICK также на основе диоксида циркония разработала электрохимические твердоэлектролитные кислородомеры LU2. Датчик кислорода представляет собой электрохимическую ячейку с твердым электролитом трубчатой формы из спеченного диоксида циркония. На внешнюю и внутреннюю поверхность этого элемента в качестве электродов нанесено пористое покрытие, проницаемое для электронов (основа – драгоценные металлы, например, платина). Кристаллическая решетка твердого диоксида циркония с добавлением оксида иттрия имеет кислородные вакансии. Это обеспечивает кислородоносную проводимость, возрастающую с повышением температуры. При подаче постоянной разности потенциалов в трубчатой электрохимической ячейке из диоксида циркония возникает постоянный ток, пропорциональный концентрации кислорода в исследуемом газе. Сигнал по току также зависит от температуры твердоэлектролитной ячейки.

При установке вне помещения анализатор кислорода и узел прокачки могут располагаться в едином корпусе. Концентрация кислорода измеряется анализатором в непрерывном режиме с помощью зонда, устанавливаемого в месте отбора пробы. Расход отбираемой пробы 0,5 л/час. Твердоэлектролитный датчик генерирует сигнал, пропорциональный концентрации кислорода. Этот сигнал обрабатывается в анализаторе и преобразуется в аналоговый выходной сигнал. Температура дымовых газов составляет до 700 °C в стандартном исполнении и до 1700 °C с керамическим зондом, точность $\pm 0,1\% \text{ O}_2$, быстродействие менее 15с в стандартном исполнении.

Концентрация оксида углерода CO (угарный газ) – надежный и точный показатель стехиометрии воздуха и топлива в печи, а также полноты сгорания топлива. Для контроля концентрации угарного газа в дымовых газах компания Rosemount Analytical создала анализаторы CO модели 5100, в которых используется инфракрасная абсорбционная спектроскопия. Подобные анализаторы модели ГИАМ созданы также ОАО “Аналитприбор” (г. Смоленск).

Кроме анализаторов, предназначенных для измерения концентрации одного определенного компонента в смеси отходящих газов, выпускаются также многокомпонентные анализаторы на CO, CO₂, SO₂, NO, O₂.

ЗАО “ОПТЕК” (г. Воронеж) производит подобные анализаторы серии “Каскад 200” для контроля концентрации SO₂, NO и O₂. Температура анализируемой смеси до 800 °C.

Таким образом, отечественные и зарубежные предприятия выпускают много анализаторов

для контроля выходных параметров ТСУ с целью оптимизации их работы, снижения потерь топлива и минимизации вредных выбросов в окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lewis C.R., Edwards R.E., Santora M.A. Incineration of industrial wastes// Chemical Engineering, 1976, V. 83, №2. p 115-121.
2. Горшков А.В. анализаторы кислорода в дымовых газах модели Thermox. Химическое и нефтегазовое машиностроение, №8, 1999.

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫМ НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНЫМ ДОЗАТОРОМ

Сажин С.Г., Смирнов И.В.

*Дзержинский политехнический институт
(филиал) Нижегородского государственного
технического университета
Дзержинск, Нижегородская обл., Россия*

В стекольной промышленности на стадии приготовления стекольной шихты присутствует дискретное и непрерывно-поточное дозирование. Завершающей стадией приготовления шихты является непрерывное добавление к массе шихты, движущейся по конвейеру, определенного количества стекольного боя (СБ) в заданной пропорции. Для улучшения однородности шихты нужно стремиться к соблюдению пропорций не только по суммарному количеству шихты и СБ, но и соблюдения текущей пропорции между ними.

Существующие конструкции дозаторов, применяемые для приготовления смеси шихты и СБ и системы управления такими дозаторами имеют ряд существенных функциональных ограничений. Так, классические системы управления не учитывают изменение свойств исходного сырья и характеристик объекта управления в процессе эксплуатации, поэтому эффективное управление данным объектом возможно при использовании адаптивной системы управления.

Предлагаемый конвейерный непрерывно-поточный дозатор (КНПД) представляет из себя питатель СБ вибрационного типа, расположенный над конвейером шихты, справа и слева от которого на определенном расстоянии размещаются два весоприемных устройства. В соответствии с измеренным значением расхода шихты система управления должна вырабатывать такое управляющее воздействие, подаваемое на питатель, которое обеспечит количество СБ в заданной пропорции. Второе весоприемное устройство контролирует суммарное соотношение “Шихта : СБ”, при его отклонении должно быть выработано компенсирующее воздействие.

При построении адаптивной системы автоматического управления (АСАУ) КНПД ис-

пользовался принцип наращивания, а именно: базовая система управления была дополнена контуром самонастройки, выполняющим следующие функции:

- фиксирование входных сигналов и параметров системы в процессе ее работы;
- преобразование результатов измерений в некоторый текущий критерий качества;
- изменение параметров системы при отклонении критерия от оптимального значения.

Предлагаемая АСАУ КНПД (рис. 1) включает разомкнутый и замкнутый контуры управления. Разомкнутый контур, предназначен для стабилизации текущего соотношения потоков сыпучих материалов и включает в себя датчик веса Д1 первого потока проходящего по конвейеру материала, блок фильтрации помех Ф1, динамический компенсатор R_k , сумматор, питатель вибрационного типа. Замкнутый контур, предназначенный для стабилизации интегрального соотношения двух потоков сыпучих материалов и включает в себя датчик Д2 суммарного веса первого и

второго потока дозируемого материала, блок фильтрации помех Ф2, сумматоры, ПИ-регулятор. Также в состав адаптивной системы управления входят блок идентификации параметров компенсатора и звено чистого запаздывания. Выход датчика Д1 первого потока соединен через блок фильтрации помех Ф1 с блоком модели питателя, а также со звеном чистого запаздывания и через сумматоры – с блоком идентификации параметров компенсатора, выход датчика Д2 суммарного веса соединен через блок фильтрации помех Ф2 и сумматоры с блоком идентификации параметров компенсатора и через ПИ-регулятор – с питателем дозируемого материала.

Исходя из принципа инвариантности системы была определена передаточная функция динамического компенсатора (1), который представляет два последовательно включенных звена: звено чистого запаздывания и усилительное звено.

$$R_k = -e^{-(t_1+t_2) \cdot p} \cdot \frac{1}{K} \quad (1)$$

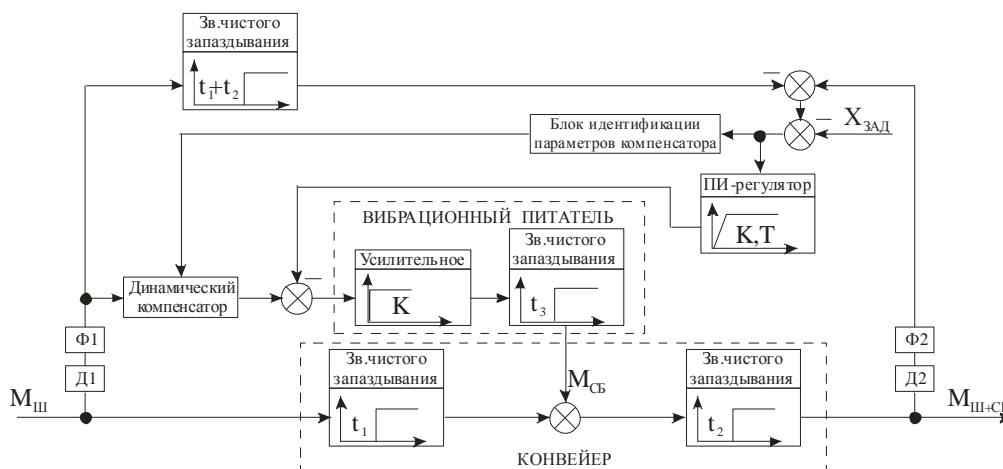


Рис. 1. Структурная схема системы управления дозатором

Система управления работает следующим образом. Значение веса с датчика Д1 первого потока сыпучего материала проходит через блок фильтрации помех Ф1 и поступает в блок динамического компенсатора, где вычисляется соответствующая данному весу производительность питателя. Далее сигнал проходит через сумматор и поступает на питатель. Работа разомкнутого контура стабилизирует текущее соотношение потоков. Замкнутый контур работает следующим образом. Суммарный сигнал веса первого и второго потоков материалов с датчика Д2 проходит через блок фильтрации помех Ф2 поступает на сумматор, где из него вычитается значение веса первого потока, измеренное некоторое время назад датчиком веса Д1 (временной сдвиг обеспечивает звено чистого запаздывания) и далее на сумматор, где сравнивается с заданием. Рассогласование подается на вход ПИ-регулятора и далее

на сумматор, корректируя значение на выходе компенсатора.

Полученное математическое описание динамического компенсатора (1) включает в себя блок усилительного звена, представляющего функцию обратную функции статической характеристики питателя вибрационного типа. В ходе экспериментальных исследований была получена статическая характеристика питателя вибрационного типа, которая при дозировании СБ отличается от уравнения усилительного звена. Кроме этого, питатель является нестационарным по коэффициенту усиления объектом. Замена в уравнении (1) передаточной функции усилительного звена функцией более высокого порядка приведет к физической нереализуемости динамического компенсатора, поэтому предлагается представить статическую характеристику питателя при дозировании СБ кусочно-линейной функцией. Каж-

дый отрезок линии отражен усилительным звеном с переменным коэффициентом усиления и действует в определенном диапазоне производительности питателя. Коэффициенты усиления являются настроечными параметрами, определение которых осуществляется в блоке идентификации параметров компенсатора. В целях повышения точности идентификации используются компенсационные методы.

Сравнение данной системы управления с системой управления, имеющей только замкну-

тый контур без блока адаптации, показало, что она на 30% более эффективна.

Разработанная адаптивная система управления КНПД для добавления СБ к шихте позволила повысить качество шихты, снизила перерасходы подачи материалов, позволила проводить непрерывное дозирование в сложных производственных условиях, а также применять дозаторы, оснащенные такой системой управления, в других отраслях промышленности.

Культурное наследие России и современный мир

ЮЖНОУРАЛЬСКИЕ ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО И ПРИРОДНО- КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РОССИИ

Рассказова Н.С.

*Южно-Уральский государственный университет.
Челябинск, Россия*

На Южном Урале располагается значительное число уникальных культурных и природно - культурных объектов, заслуживающих специального отношения, охраны и внимания мирового сообщества. Одним из таких памятников является филиал Ильменского заповедника, уникальный природно-ландшафтный и историко-археологический музей-заповедник Аркаим - памятник протогородской цивилизации, ровесник египетских пирамид. Его возраст примерно 3600-3700 лет.

Аркаим расположен на самом юге Челябинской области и занимает площадь около 80 га. Его условное название «Страна городов» – родина ариев, создавших «Ригведу» и «Авесту». Насчитывает он на сегодня 22 города, наиболее известными из которых являются Синташта, Иси-ней, Аландское, Сарым-Саклы и, конечно, сам Аркаим. На сегодня археологические раскопки проведены на Синташте и Аркаиме. Остальные города дешифрируются по материалам аэрофотосъемок. Аркаим - это город-крепость, город-мастерская литейщиков, где производилась бронза, это город-храм и универсальная пригоризонтная обсерватория. Четкость городской планировки, наличие элементов значимых астрономических ориентиров позволяет проводить аналогию между Аркаимом и Стоунхенджем в Великобритании.

Сегодня Аркаим признан в кругу специалистов родиной (прародиной) ариев, т.е. одним из центров мировой культуры [1,2]. На Аркаиме функционирует исторический парк.

Другой природно-культурный объект, заслуживающий специального отношения, охраны и внимания мирового сообщества — **Игнатьевская пещера**. Учеными-археологами установлено, что здесь была стоянка первобытных людей [3]. В пещере обнаружены их рисунки. Возраст изображений определен в 14 тыс. лет и относится к палеолиту. К настоящему времени на стенах и

потолках пещеры археологами выявлено более 30 различных групп рисунков, часть из них объединены единым композиционным смыслом. Здесь и реалистические изображения быка, лошади, мамонтов. Среди рисунков много еще нерасшифрованных геометрических символов. Пещера Игнатьевская представляет собой особую ценность как культурный, историко-археологический и природный объект. Наличие в ней стоянки первобытных людей и палеолитических рисунков ставит эту пещеру в один ряд с такими всемирно известными пещерами как Лако во Франции и Альтамира в Испании, Капова в Башкирии.

Историко-природный комплекс «Пороги» — ещё один уникальнейший природно-культурный памятник. Он расположен в каньонобразном ущелье глубиной почти 300 м., сжат склонами двумя хребтов – Чулкова, Уары и напоминает Женевское озеро в миниатюре. Скалы мраморные, самых неожиданных расцветок - черные, коричневые, зеленоватые, синие, серые. Пороги вписаны и в трудовую историю страны: уральский завод считается первенцем ферросплавного дела в России [4]. Ферросилиций тогда выплавляли только на Порогах. Завод построен по последнему слову техники своего времени, на заграничном оборудовании, которое действует до сих пор. Огнеупорные печи в Порогах сделаны из приморского периклаза, на порожской плотине блестит в трудах старенькая гидротурбина «Хансен Гота» немецкой фирмы «Бригель». Кран привезен из английского города Бирмингема. Отсюда же дробилка и подъемные механизмы на плотине. Электроплавка ведется в дуговых печах «Эру» из Франции. Воздуходувочная машина оригинальной конструкции, изготовлена в прошлом веке фирмой «Алис» в Чикаго и т.д.

Сегодня Пороги превращены в действующий завод – музей под открытым небом и туристический центр, один из узловых на «железном кольце России». В Порогах построена пятизвездочная гостиница, турбаза, обустроенная в уральском облике в виде бревенчатых изб. Строится горно - лыжный комплекс, пятнадцатый по счету в Челябинской области. Рядом с Порогами расположен национальный природный парк «Зюраткуль» с многочисленными стоянками человека