

Рассмотренные в статье аспекты применения SCADA-систем позволяют утверждать, что данная технология довольно быстро и с наименьшими затратами обеспечивает автоматизацию процессов человеко-машинного управления различными объектами средней и малой информационной емкости. Однако для объектов большой информационной емкости перед разработчиками может возникнуть проблема по созданию человеко-машинного интерфейса. Для их решения уже сегодня существуют новые подходы, развивающие технологию SCADA-систем. К таким подходам следует отнести системы оперативной системы когнитивной графики и поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Автоматизация процессов управления : научно-технический журнал / ред. совет: В.А. Маклаев и др. – Ульяновск : ФГУП НПО «Марс», 2014. 114 с.
2. Андреев Е. Б., Куцевич Н.А. SCADA-системы: взгляд изнутри [Электронный ресурс] : www.scada.ru.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Савдур С.Н.

доцент кафедры экономико-математического моделирования, канд. техн. наук,
Институт управления, экономики и финансов К(П)ФУ,
Россия, г. Казань

Половкина Э.А.

доцент кафедры экономико-математического моделирования, канд. экон. наук,
Институт управления, экономики и финансов К(П)ФУ,
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль очистки сточных вод коксохимического производства. Показана целесообразность использования математического аппарата теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом очистки сточных вод.

Ключевые слова: сеть Петри, очистка сточных вод.

Сточные воды коксохимического производства – одни из наиболее опасных (как источник загрязнения водоемов) и трудных с точки зрения их очистки среди промышленных сточных вод. Поэтому проблема очистки сточных вод коксохимического производства решается комплексом физико-химических, механических и биохимических способов, которые используются для очистки локальных стоков и общего фенольного стока на биохимических установках [4].

Современные очистные сооружения крупных промышленных предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут

рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установкой очистки промышленных сточных вод, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке.

Технологическая схема очистки сточных вод коксохимического производства представлена на рис. [4].

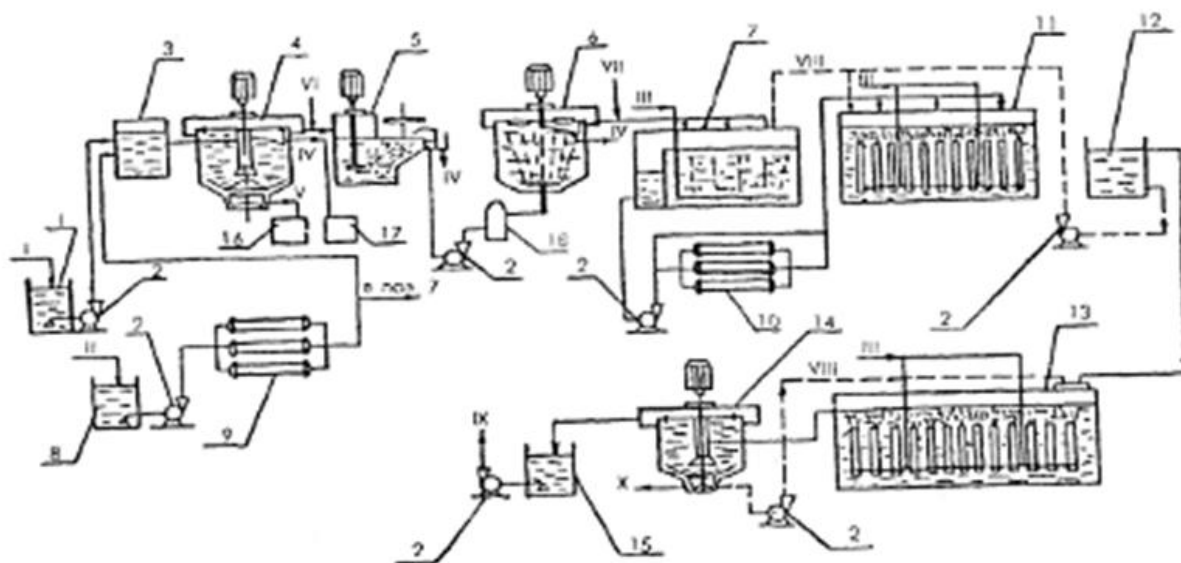


Рис. Технологическая схема очистки сточных вод коксохимического производства

На рисунке изображены: I – сточная вода фенольной канализации; II – избыточная надсмольная вода; III – сжатый воздух; IV – масло; V – смола; VI – раствор сернокислого закисного железа; VII – раствор ортофосфорной кислоты; VIII – возврат активного ила; IX – очищенная сточная вода; X – избыточный активный ил; 1 – приемная емкость сточной воды фенольной канализации; 2 – насос; 3 – преаэратор; 4 – первичный отстойник; 5 – импеллерный флотационный маслоотделитель; 6 – напорный флотатор; 7 – усреднитель-преаэротенк; 8 – приемная емкость избыточной надсмольной воды; 9 – холодильник; 10 – кожухотрубчатый теплообменник; 11 – аэротенк первой ступени очистки; 12 – отстойник; 13 – аэротенк второй ступени очистки; 14 – вторичный отстойник; 15 – сборник очищенной сточной воды; 16 – сборник смолы; 17 – сборник масла; 18 – напорный бак.

Технологический процесс очистки сточных вод коксохимического производства рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и

в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели [3].

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП). Модификация сетей Петри (МСП)- сеть Петри вида $C = \langle P, T, I, O, M, L, \tau_1, \tau_2 \rangle$, где $T = \{t_j\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*, оцениваются исходя из количества условных порций продукции при непрерывной подаче в аппараты технологической схемы.

$P = \{p_i\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *позициями*. В нашем случае – это множество аппаратов технологической схемы;

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – входная функция, которая для каждого перехода t_j задает множество его позиций $p_i \in I(t_j)$.

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций $p_i \in O(t_j)$.

$M: P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ – функция маркировки (разметки) сети, которая ставит в соответствие каждой позиции неотрицательное целое число, равное числу меток в данной позиции, которое меняется в процессе работы сети.

Срабатывание перехода мгновенно изменяет разметку $M(p) = (M(p_1), M(p_2), M(p_3), \dots, M(p_n))$ на разметку $M'(p)$ по следующему правилу:

$$M'(p) = M(p) - I(t_j) + O(t_j) \quad (1)$$

Запись уравнения (1) означает, что переход t_j изымает по одной метке из каждой своей входной позиции и добавляет по одной метке в каждую из выходных.

$\tau_1: T \rightarrow N$ и $\tau_2: P \rightarrow N$ функции, определяющие время задержки при срабатывании перехода и время задержки в позиции.

Динамика выполнения МСП определяется движением меток, моделирующих движение дискретных потоков полупродуктов.

Таким образом, рассмотренная модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом очистки сточных вод коксохимического производства разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы очистки сточных вод коксохимического производства разработана в виде МСП, реализация, которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс очистки сточных вод коксохи-

мического производства. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки.

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля очистки сточных вод коксохимического производства, имитирующей функционирование очистки в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом очистки сточных вод коксохимического производства. Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему очистки сточных вод коксохимического производства и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуации [5].

Список литературы

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод // Известия КазГАСУ. 2009. № 2 (12). С. 227-232.
2. Анаников С.В., Савдур С. Н., Басырова Д.И. Технологический модуль очистки сточных вод производства полимеров. // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15, № 6. С. 121-125.
3. Анаников С.В., Азимов Ю.И., Савдур С. Н. Разработка систем управления оборотного водоснабжения в нефтехимических производствах // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, № 2. С. 136-139.
4. Аксенов В.И., Ладыгичев М.Г., Ничкова И.И., Никулин В.А., Кляйн С.Э., Аксенов Е.В. Водное хозяйство промышленных предприятий: Справочное издание. М.:Теплотехник, 2005. 640 с.
5. Савдур С.Н., Понкратова С.А. Системный подход в моделировании технологического процесса очистки нефтесодержащих сточных вод // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 7. С. 218-226.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «BALL AND BEAM»

Синяк Д.В.

магистрант кафедры автоматизация производственных процессов, ДГТУ,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается задача составления математической модели механической системы «Ball and Beam». Данная система является классической системой для апробации методов теории автоматического управления. В отличие от большинства математических моделей данной системы, представленных в исследованиях других авторов, в данной статье рассматривается не редуцированная форма модели, то есть учитывающая высшие производные.

Ключевые слова: моделирование, Ball and Beam, теория автоматического управления.

Рассматриваемая механическая система «Ball and Beam» (шарик на стержне) приведена на рисунке. Будем полагать, что шарик радиуса R момента инерции J и массы m движется по стержню безотрывно. На данном