

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ АГРЕССИВНЫХ СТОКОВ ХИМИЧЕСКОГО ЦЕХА ТЭЦ

Мандра А. Г.¹, Лебедев В. В.²

¹Самарский государственный технический университет

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

В процессе работы ТЭЦ выделяется большое количество токсичных отходов, в том числе растворенных в воде кислот, щелочей и примесей тяжелых металлов. Проблема с очисткой сточных вод заключается в том, что этот процесс длительный, технологически очень сложный, так как для нейтрализации кислот необходимо подавать известковую воду, нейтрализующую кислоту, и одновременно следить за уровнем pH смеси. В работе рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы процесса нейтрализации серной кислоты химического цеха ТЭЦ. Рассмотрены вопросы структурного моделирования диффузионных процессов с учетом химической реакции между взаимодействующими компонентами. Решена задача оптимального управления по точности приближения к нейтральному состоянию раствора серной кислоты и известковой воды в процессе химической нейтрализации.

Ключевые слова: ТЭЦ, управление, токсичные стоки, химическая нейтрализация.

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED SYSTEM OF PROCESS OF NEUTRALIZATION OF AGGRESSIVE DRAINS OF CHEMICAL SHOP OF COMBINED HEAT AND POWER PLANT

Mandra A. G.¹, Lebedev V. V.²

¹State technical university of Samara

²State Electrotechnical University of St. Petersburg

In the course of work of combined heat and power plant a large number of toxic waste, including the acids dissolved in water, alkalis and impurity of heavy metals is allocated. The problem with sewage treatment is that this process long, technologically very difficult as for neutralization of acids it is necessary to submit lime water, neutralized acid, and at the same time to watch level pH mixes. In work questions of creation of the automated system of process of neutralization of sulfuric acid of chemical shop of combined heat and power plant are considered. Questions of structural modeling of diffusive processes taking into account chemical reaction between cooperating components are considered. The problem of optimum control of accuracy of approach to a neutral condition of solution of sulfuric acid and lime water in the course of chemical neutralization is solved.

Key words: power plant are considered, toxic water, chemical neutralization.

Химическая нейтрализация, распределенная модель, оптимальное управление

Использование серной кислоты при подготовке химически очищенной воды на ТЭЦ ВАЗа обуславливает проведение дополнительных технологических операций – нейтрализации сточных вод. Сброс воды в бак нейтрализации (БН) ведется с разных участков технологической цепи подготовки воды, при этом состав сточных вод остается постоянным – раствор серной кислоты, сульфаты кальция и магния. Нейтрализация осуществляется путем подачи известковой воды на вход рециркуляционного насоса (РН, рис. 1). Смесь раствора из бака нейтрализации и известковой воды (ИВ) возвращается в бак, где и происходит нейтрализация. Контроль значения pH осуществляется на выходе рециркуляционного насоса.

Из-за конструктивных особенностей бака в нем создается устойчивый контур, по которому циркулирует раствор известки.

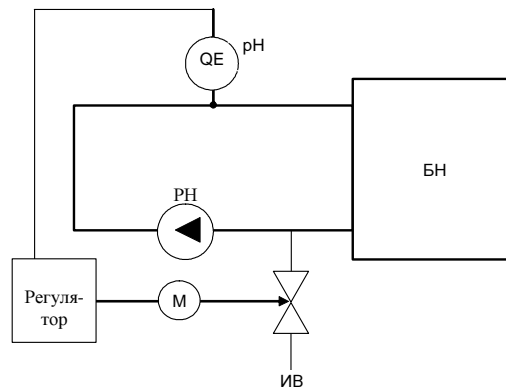


Рисунок 1

Автоматизированная системы управления процессом нейтрализации сточных вод входит в состав автоматизированной системы управления участком подпитки теплосети (УПТС) ТЭЦ ВАЗа [1], которая реализована в виде многоуровневой, многофункциональной автоматизированной системы управления с распределённым вводом, выводом информационных и управляющих сигналов. Нижний уровень системы реализован на базе следующей аппаратуры: для измерения технологических параметров используются первичные и вторичные преобразователи НПП Техноприбор и ЗАО ПГ Метран, а управление технологическим процессом осуществляется с помощью исполнительных механизмов и регулирующих органов ЗАО АРМАТЭК.

Для связи с измерительными преобразователями и управления исполнительными механизмами используются программируемый логический контроллер S7 316 2 DP (серия SIMATIC S7300, процессорный модуль CPU 316 2 DP) и станции распределённого ввода, вывода SIMATIC ET 200M корпорации Siemens AG.

Для реализации верхнего уровня АСУ в щитовой УПТС размещается автоматизированное рабочее место оператора технолога, которое построено на базе двух параллельно работающих и резервирующих друг друга ПЭВМ, оснащённых PCI картами расширения CP 5611 для подключения к промышленной сети PROFIBUS DP. ПЭВМ функционируют под управлением операционной системы Microsoft Windows 2000 Professional. Для реализации функций верхнего уровня используется SCADA система SIMATIC WinCC V5.0.

С использованием построенной автоматизированной системы были получены экспериментальные данные, которые позволили исследовать процесс химической нейтрализации кислых стоков. На рисунке 2 представлены результаты активного эксперимента.

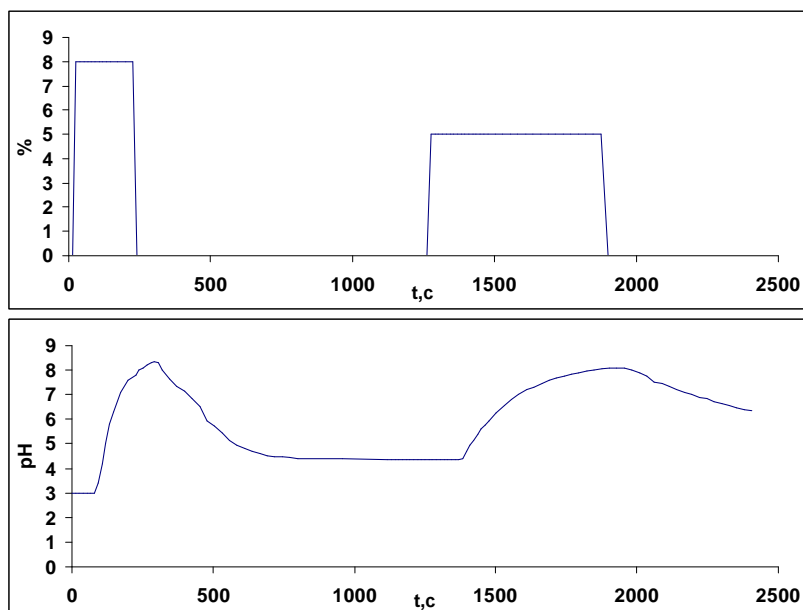


Рисунок 2

Результаты активного эксперимента показывают, что процесс нейтрализации является нелинейным относительно начального состояния, что затрудняет определение объема следующей добавляемой порции известковой воды в бак нейтрализатор. Ошибочные действия оператора могут привести к перерасходу известковой воды, выпадению осадка, засорению рН-метра, создание автоматизированной системы управления позволит избежать ошибок, которые может совершить оператор.

На основе результатов исследования химических процессов, протекающих в баке нейтрализаторе и структурной теории систем с распределенными параметрами [2], была получена математическая и структурная модель [3] процесса химической нейтрализации (рис.2) в терминах структурной теории систем с распределенными параметрами.

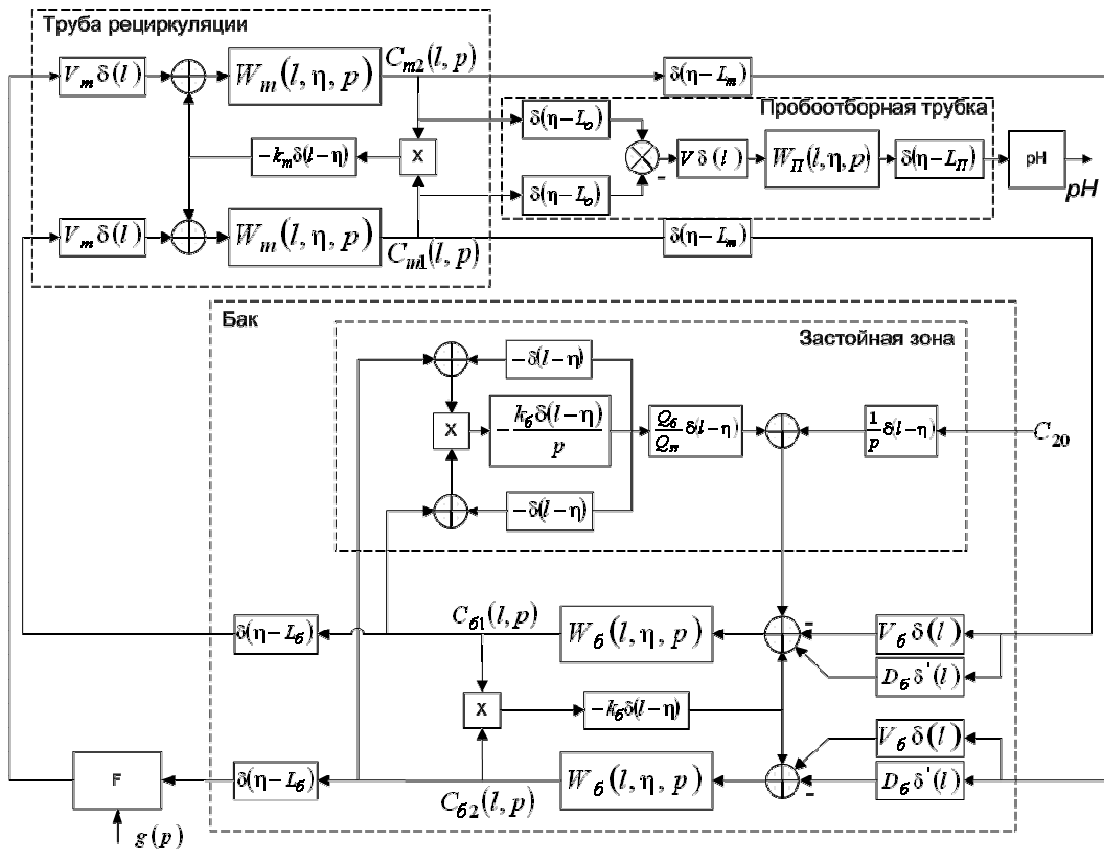


Рисунок 3. Структурная схема процесса химической нейтрализации

Входным воздействием в структурной схеме является объем подаваемой щелочи, выходом – значения концентраций кислоты и щелочи на входе в рН-метр.

В качестве базового показателя качества процесса нейтрализации была рассмотрена точность достижения нейтрального состояния раствора. На этом основании была сформулирована задача оптимального управления [4] и показано, что процесс оптимальный по точности приближения является одновременно оптимальным по быстродействию. На рисунке 4 приведена структурная схема замкнутой системы управления процессом химической нейтрализации стоков химического цеха.

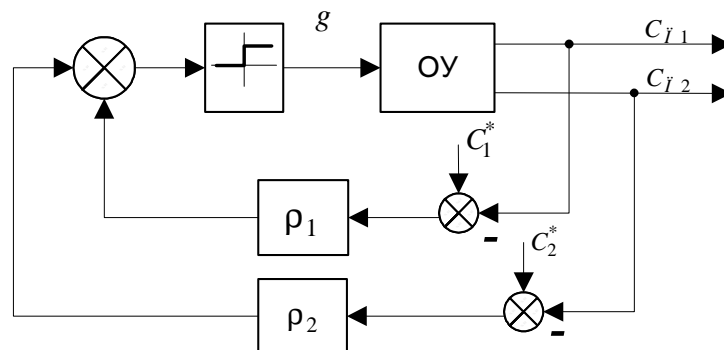


Рисунок 4

На рисунке 5 приведены результаты численного моделирования процесса химической нейтрализации в замкнутой системе оптимального управления, кривая 1 – изменение концентрации кислоты, 2 – щелочи.

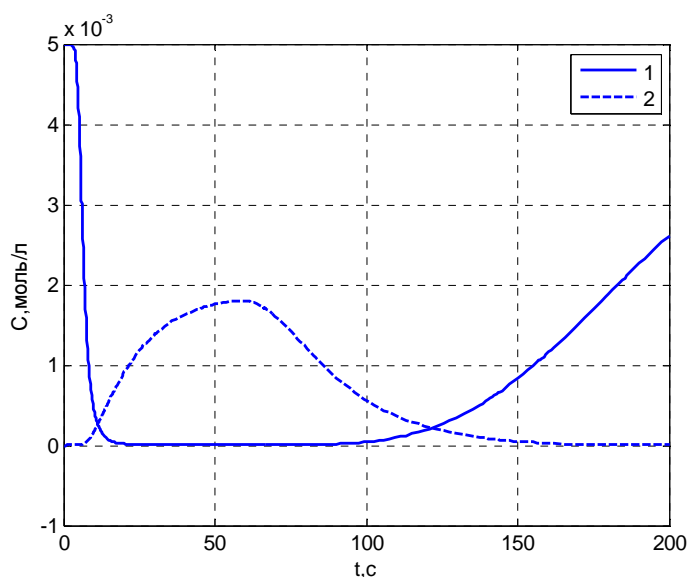


Рисунок 5

На основе синтезированной релейной системы управления процессом химической нейтрализации кислых стоков химического цеха был разработан и реализован алгоритм управления положением исполнительного механизма подачи известковой воды в бак по показанию pH-метра в автоматическом режиме на базе промышленного логического контроллера SIMATIC S7300.

Список литературы

1. Иванов В. А., Серенков В. Е., Данилушкин И. А., Колпащиков С. А. Автоматизированная система управления участком подпитки теплосети ТЭЦ ВАЗа // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 4. – С. 6-12.
2. Мандра А. Г., Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование управляемых процессов диффузии в условиях химической реакции между взаимодействующими компонентами // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – Самара: СамГТУ, 2010. – №7 (28). – С. 164-171.
3. Мандра А. Г., Рапопорт Э. Я. Оптимальное по точности управление процессом химической нейтрализации. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – Самара: СамГТУ, 2011. – № 2 (30). – С. 193-199.

4. Мандра А. Г. Математическое моделирование процесса диффузии как распределенного объекта управления с переменной структурой // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – Самара: СамГТУ, 2011. – № 4 (32). – С. 229-232.
5. Мандра А. Г., Рапопорт Э. Я. Альтернативный метод в задаче оптимального по быстродействию управления процессом диффузии // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – Самара: СамГТУ, 2010. – № 2 (26). – С. 244-247.
6. Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами. – М.: Высш. шк., 2003. – 299 с.

Рецензенты:

Чостковский Борис Константинович, д.т.н., профессор кафедры АУТС Самарского государственного технического университета, г. Самара.

Митрошин Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой АУТС Самарского государственного технического университета, г. Самара.