

выезда на место. Эти работы осуществляются постоянно при появлении входных запросов с предприятий республики и СНГ, с которыми подписаны контракты на сервисное обслуживание и обучение.

В результате специализированной методологии ведения инвестиционного проекта покрываются многие аспекты системотехнической деятельности при разработке АСУТП, поддерживается языковая среда разработки и реализации, повышается качество выходных документов, улучшается поддержка принимаемых решений и собственно управление выполнением и реализацией проектов АСУТП, эффективно используются технические средства, проводится своевременная модернизация систем управления ТП.

Современные промышленные предприятия со сложной многоуровневой организационно-технической структурой не могут развиваться без современных сетевых информационных технологий. Интеграция распределенных БД и информационных по-

токов с помощью технологии Интернет/Интранет обеспечивает решение задач управления на базе нового подхода.

Список литературы

1. Адылов Ф.Т., Сабитов Г.Г., Турапина Н.Н., Эгамкулов И., Юсупбеков Н.Р. АСУТП производства капролактама// Промышленные АСУ и контроллеры. 2001. №5.
2. Адылов Ф.Т., Сабитов Г.Г., Турапина Н.Н., Эшмуратов У.А., Юсупбеков Н.Р. Система управления ТП производства этилена и полиэтилена на Шуртанском газохимическом комплексе // Там же. 2003. №2.
3. Яппаров Т.Г. Комплексные автоматизированные системы управления предприятием//Мир компьютерной автоматизации. 2002. №2.
4. *Mega deal: Chevron Products inks &250 million automation contract to improve Richmond Refinery//Honeywell The Journal For Industrial Automation and Control. Vol.6. Num.2. 1999.*

Юсупбеков Надирбек Рустамбекович — д-р техн. наук, проф., ректор Ташкентского химико-технологического института, академик АН Республики Узбекистан, Подяпольский Сергей Васильевич — директор Отделения промышленной автоматизации ЗАО "Honeywell" (Москва),

Адылов Фарух Тулкунович — канд. техн. наук, ген. директор, Турапина Нина Николаевна — канд. техн. наук, главный специалист ОАО "Химвавтоматика"(г. Чирчик). Контактный телефон в г. Ташкенте (998-71) 139-18-61, телефон/факс 139-15-43. E-mail:farukh.adilov@himavtomatika.uz nina.turapina@himavtomatika.uz

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**Д.В. Бакалец, В.Г. Харазов (СПГИ),
Н.А. Овечко, Н.А. Харламова (ООО НТК "Процесс")**

Обосновывается актуальность разработки автоматизированного технологического комплекса (АТК) для очистки сточных вод гальванического производства. Приводится состав системы и схема функционирования АТК. Рассматривается архитектура и функции системы управления комплекса.

Введение

Экологические проблемы, связанные с попаданием вредных веществ в природные водоемы, загрязнением донных грунтов и почвы, существуют давно и являются следствием деятельности промышленности, развития городов, увеличения автотранспорта.

Проблема попадания тяжелых металлов в природные водоемы, питьевую и сточные воды, образующиеся в них осадки — одна из наиболее масштабных и болезненных. Наличие в воде соединений тяжелых металлов не просто влияет на здоровье людей, но зачастую приводит к необратимым генетическим изменениям. Кроме того, биофлора городских станций биологической очистки воды не рассчитана на высокие концентрации некоторых металлов, что, в свою очередь, приводит к ухудшению очистки всего канализационного стока.

Основными источниками попадания тяжелых металлов в природные среды служат гальванические

и травильные производства, в первую очередь машиностроительных и приборостроительных предприятий. Оборудование для очистки сточных вод, имеющееся на заводах, устарело морально и физически, современные импортные автоматизированные комплексы очистки сточных вод не соответствуют российским нормативным требованиям и очень дороги. По ряду исторических и технических причин управление очистными сооружениями для гальваники в нашей стране практически не автоматизировано. Отдельные примеры имеющихся АСУ только подтверждают правило — в большинстве случаев автоматика отключена, управление осуществляется вручную. При этом последствия отклонений от заданных технологических регламентов работы очистных сооружений весьма опасны и могут нанести огромный экологический и экономический ущерб.

Развитие малых гальванических производств, использующих относительно небольшое количество воды, вызывает потребность в компактных очист-

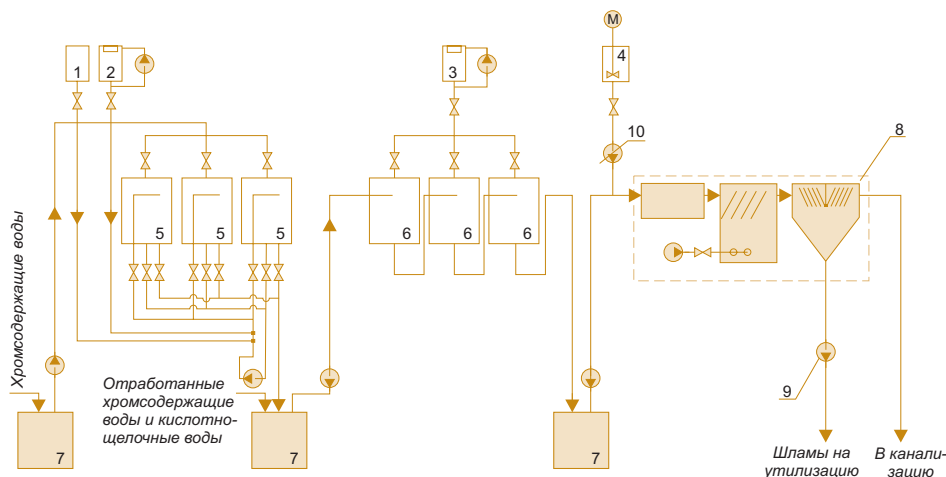


Рис. 1. Технологическая схема процесса очистки сточных вод гальванохимических производств, где
 1 – кислота, 2 – восстановитель, 3 – щелочной реагент, 4 – флокулянт, 5 – сборник-реактор обезвреживания хромовых стоков, 6 – каскадный реакторнейтрализации стоков, 7 – усреднитель стоков, 8 – узел осветления, 9 – центрифуга

ных сооружениях, не занимающих больших территорий и отдельных зданий. В этой связи актуальной является разработка АТК для очистки сточных вод типового гальванического производства (1...2 гальванические линии, до 5 м³/ч), обеспечивающего на выходе содержание соединений тяжелых металлов, не превышающее нормативных требований, принятых в России.

Технические решения

Разрабатываемый АТК очистки сточных вод гальванохимических производств представляет набор типовых модулей из коррозионностойких полимерных материалов, монтируемых в различных сочетаниях в зависимости от поставленных задач. Узлы подачи реагентов проектируются разных типов-размеров с использованием стандартных насосов и емкостей.

Комплекс очистных сооружений, являющийся объектом автоматизации, включает:

- систему трубопроводов для подачи промышленных стоков на очистные сооружения. Расчетный объем поступающих стоков ≤ 5 м³/ч. Это среднее водопотребление 1...2 автоматических гальванолиний;
- систему запорных ручных органов управления, обеспечивающих распределение стоков определенного состава по усредняющим емкостям;
- систему приготовления и дозирования реагентов;
- узлы проведения реакций (обезвреживания шестивалентного хрома, корректировки рН), включающие системы ввода и усреднения потоков, системы распределения реагентов по точкам подачи, каскадные или периодические реакторы, в которых осуществляется гидравлическое перемешивание с помощью перекачивающих насосов одновременно с вводом необходимых реагентов;
- узел обработки флокулянтном обезвреженных и нейтрализованных стоков с перемешиванием сжа-

тым воздухом в насадочных аппаратах;

- узел осветления, представляющий прямоточный и противоточный отстойники с илоуплотнителем;
- узел сорбционной фильтрации (в случае необходимости доочистки стоков при сбросе в природные водоемы рыбохозяйственного назначения).

Функционирование системы

Сточные воды в виде разделенных хромовых и кислотно-щелочных потоков поступают от гальванохимического производства в усреднители потоков, из ко-

торых самотеком подаются на вход технологического комплекса (рис. 1). Хромосодержащие стоки поступают в каскадный реактор, где при интенсивном перемешивании происходит обезвреживание хрома с помощью восстанавливающих реагентов (тиосульфат натрия, сульфит натрия, сульфат железа и др.). Одновременно, по показанию рН потока в реактор с помощью насоса-дозатора подается кислота для поддержания необходимой для проведения реакции величины рН. Перемешивание среды в емкостях осуществляется вынесенными насосами, используемыми также для перекачки. Ввод реагентов осуществляется непосредственно в циркуляционную трубу.

Обезвреженный хромосодержащий и кислотно-щелочной стоки вместе поступают в узел корректировки рН, представляющий собой каскадный проточный реактор, перемешивание в котором происходит за счет высокой турбулентности потока в лабиринте объема реактора.

Обезвреженные и нейтрализованные сточные воды, содержащие выпавшие в нерастворимую фазу гидроокиси тяжелых металлов, как правило, целесообразно обработать тщательно подобранным флокулянтном, обеспечивающим образование флокул (хлопьев) осадка и ускоряющим процесс отстаивания взвесей. Ввод флокулянта и перемешивание осуществляется в насадочном барботажном реакторе. Подача флокулянта регулируется по величине потока, так как отклонение концентрации флокулянта в ту или иную сторону нарушает работу узла осветления. Кроме того, передозировка флокулянта может привести к невыполнению нормативных требований к качеству очищенной воды по содержанию нефтепродуктов.

Обработанные сточные воды подаются на вход узла осветления, организованного как прямоточный и противоточный пластинчатые отстойники с илоуплотнителем.

При необходимости доочистки стоков при сбросе в природные водоемы рыбохозяйственного назначения на выходе из узла осветления устанавливаются сорбционные фильтры окончательной очистки.

Назначение и функции системы управления

Автоматизация ТП очистки промышленных сточных вод позволяет освободить обслуживающий персонал от рутинных операций, связанных с отбором проб для химического контроля, дозированием реагентов, переключением насосов и запорно-коммутиционной арматуры, дает возможность оперативного контроля, анализа и управления процессом очистки сточных вод. Она обеспечивает автоматизированный и автоматический режимы работы оборудования, улучшает информационное обеспечение руководящего и оперативного персонала, снижает вероятность экологических аварий из-за ошибок персонала.

На выбор технических средств автоматизации АТК оказали влияние следующие предпосылки:

- небольшие габариты и сосредоточенность объекта;
- существенное запаздывание при обезвреживании и корректировке рН вследствие сложной кинетики ТП;
- агрессивная атмосфера гальванических цехов;
- необходимость в регулярном обслуживании датчиков состояния сред;
- наличие в объекте аналоговых и дискретных сигналов;
- необходимость реализации различных алгоритмов управления.

Система управления выполняет следующие функции:

- автоматическое регулирование величины рН: хромосодержащих стоков изменением количества кислоты, подаваемой для обезвреживания стоков; в каскадном проточном реакторе нейтрализации сточных вод изменением количества реагента, подаваемого для нейтрализации;
- автоматическое обезвреживание Сг в стоках изменением количества восстанавливающих реагентов, подаваемых в сток;
- автоматическое управление системой дозирования раствора флокулянта по величине потока;
- сигнализацию отклонений уровня в реакторах от заданных значений, разности давлений и величины рН в ионообменных колонках;
- дистанционное программное управление насосами: гидравлического перемешивания реагентов в зависимости от уровня реагентов в подготовительных емкостях, гидравлического перемешивания в реакторах, откачки стоков, а также клапанами.

При выборе технических средств учитывается, что датчики рН имеют самоочищающиеся электроды, а электроды сигнализатора хрома являются сменными, поэтому их целесообразно устанавливать таким образом, чтобы обеспечить удобство их об-

служивания. Исключается возможность доступа к ним кого-либо, кроме обслуживающего персонала.

Процесс корректировки рН, сопровождающийся выделением в осадок гидроокисей тяжелых металлов, имеет сложную кинетику реакций, то есть изменение параметра во времени без добавки корректирующего реагента, запаздывание отклика на корректирующее воздействие может составлять 5...10 мин. Для корректировки рН обезвреженных хромосодержащих и кислотнo-щелочных стоков используется каскадный проточный реактор. Такая схема позволяет измерять и корректировать рН в нескольких точках по ходу обработки, то есть каждая корректировка проводится по относительно стабилизированной величине рН перед ней. Таким образом, влияние кинетики может быть скомпенсировано с достаточной для качественного проведения процесса точностью.

Приборный контроль параметров после узла осветления нецелесообразен. Возможна установка датчиков мутности, рН, содержания хрома, но все они дороги, требуют постоянной очистки и, при этом, практически не влияют на дальнейший ход процесса. Принимать их показания вместо регулярного лабораторного анализа сточных вод недопустимо как из-за весьма невысокой точности (кроме рН), так и из-за того, что периодический лабораторный анализ предусмотрен действующими нормативами и является обязательным.

АСУТП также обеспечивает выполнение следующих задач: сбор и первичная обработка текущих значений контролируемых параметров; сведение всей поступившей и обработанной информации в единый интегрированный массив (БД); визуализация процесса и динамизация переменных; формирование алармов и трендов; сбор и архивация событий процесса.

Архитектура системы управления

Разработанная система управления АТК очистки сточных вод имеет двухуровневую архитектуру с контроллерами на нижнем уровне и рабочей станцией на верхнем (рис. 2).

На нижнем уровне осуществляется обработка сигналов датчиков (масштабирование, нормализация, линеаризация и пр.), автоматическое управление процессом с помощью контроллеров, управляющие сигналы с которых поступают на исполнитель-

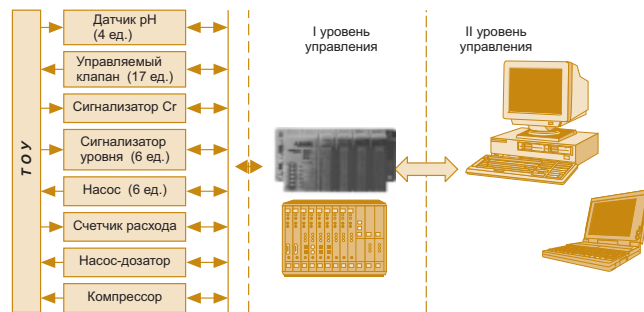


Рис. 2. Архитектура системы управления

ные механизмы (дозировочные насосы, перекачивающие насосы, задвижки).

Вывод информации о состоянии процесса осуществляется на дисплей рабочей станции, находящейся на верхнем уровне системы управления (АРМ оператора).

АРМ оператора обеспечивает выполнение следующих функций: отображение и контроль текущего состояния ТП; задание параметров управления технологическим процессом; предупредительная и аварийная сигнализация; архивирование и просмотр текущих и архивных трендов.

В качестве УСО в системе используются модули аналогового и дискретного ввода/вывода.

Все управление ТП сосредоточено на уровне управления, что предъявляет жесткие требования к надежному функционированию аппаратного и программного обеспечения системы.

Техническое и программное обеспечение системы

Для контроля восстановления шестивалентного хрома применяется сигнализатор хрома СХ-2 в комплекте с входящим в его состав датчиком хрома ЭЧПг-2. В качестве измерительного электрода используется золотой электрод ЭЗ-1 в паре с проточным вспомогательным электродом ЭХСВ-1. В комплект также входит генератор переменного поляризующего напряжения для электрохимической очистки золотого электрода (Гомельский завод измерительных приборов).

Для контроля величины рН используется измерительный преобразователь Liquisys S СРМ 223 фирмы Endress+Hauser (Германия), который поставляется вместе с датчиком рН. Датчик имеет специальный картридж для подпитки электрода, в который заливается раствор электролита (КСl).

Для сигнализации отклонения уровня от заданных значений используются отечественные сигнализаторы уровня САУ-М6 (ПО "Овен", Москва) и измеритель-сигнализатор уровня ИСУ 100 ("Контакт-1", г. Рязань). Выбор датчиков определяется как коррозионными свойствами сред, так и наличием дополнительных включений в виде жировых пленок.

Для контроля расхода используются электромагнитные счетчики потока фирмы Взлет (Санкт-Петербург). Использование измерителей расхода, основанных на других принципах (ультразвуковых, перепада давлений и др.), ограничивается неоднородностью среды и большим количеством взвешен-

ных веществ, засоряющих диафрагмы и другие чувствительные элементы расходомеров.

В качестве контроллера в системе используется IBM PC-совместимый программируемый микроконтроллер ADAM-5510 с тремя 16-канальными универсальными модулями дискретного ввода/вывода ADAM-5050, 8-канальным модулем аналогового ввода ADAM-5017 и блоком питания PWR-242 фирмы Advantech. Обмен данными осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485. Для программирования контроллера используется последняя версия системы программирования Ultralogic, основным инструментом программирования которой является язык функциональных блочных диаграмм (FBD) по стандарту IEC 61131-3.

АРМ оператора формируется на базе панельного полнофункционального ПК PPC-153. Это мощный высокоинтегрированный IBM PC совместимый панельный компьютер для решения задач в области построения HMI в промышленности со степенью защиты передней панели IP65. В состав компьютера входит процессор Intel Pentium 3, плоский цветной дисплей с разрешением 1024x768 точек, НГМД, НЖМД, привод CD-ROM, Sound Blaster совместимая звуковая подсистема, четыре последовательных порта (3xRS-232, RS-232/422/485), два порта USB, контроллер Ethernet 10/100Base-T. Габаритные размеры компьютера: 420x295x95 мм.

Для работы на панельном ПК используется универсальная промышленная клавиатура типа TKS-105a фирмы InduKey. Клавиатура имеет встроенный одноплатный интегрированный контроллер PS/2 или USB, полный набор символов, совместима с Windows 95/98.

Заключение

Создание малогабаритных установок очистки сточных вод позволяет повысить культуру производства, сократить количество обслуживающего персонала и использование производственной площади, что очень важно для малотоннажных производств. Разрабатываемый АТК гораздо дешевле своих западных аналогов и не уступает им в качестве. АТК очистки сточных вод ориентирован на российские гальванические производства, учитывает состав используемых реагентов, российские нормы и требования к очищенной воде. Использование современных методов и оборудования для обезвреживания позволяет повысить надежность и качество очистки сточных вод.

Бакалец Дарья Владимировна – аспирант,

Харазов Виктор Григорьевич – д-р техн. наук, проф. кафедры автоматизации процессов химической промышленности (АПХП) Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета),

Овечко Николай Александрович – директор,

Харламова Наталья Анатольевна – директор по науке ООО НТК "Процесс".

Контактные телефоны: (812) 259-47-57, 259-47-53.

E-mail: kharazov@vh8465.spb.edu