

Р.А. ДОМРАЧЕВ, канд. техн. наук, *С.В. ШИШКИНА*, канд. техн. наук,
В.И. МАМАЕВ, канд. техн. наук, ВятГУ, г. Киров, Россия

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АВТООПЕРАТОРНОЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Розроблена комп'ютерна віртуальна модель автооператорної гальванічної лінії, яка дозволяє відстежувати рух всіх можливих матеріальних потоків в реальному часі, виявити причини підвищеної витрати матеріалів і провести оптимізацію технологічного процесу з метою зниження їх перевитрати і зменшення надходження металів в стічні води. Використання інтерактивної тривимірної машинної графіки занурює користувача в світ моделі і дозволяє управляти роботою віртуальної гальванічної лінії, що дозволяє використовувати дане програмне забезпечення і в учбових цілях як демонстраційний матеріал і як один з компонентів системи дистанційної освіти.

The computer virtual model of auto statement galvanic line which allows watching motion of all of possible financial threads in real time is developed, to expose reasons of the promoted expense of materials and conduct optimization of technological process with the purpose of decline of their spending to excess and diminishing of receipt of metals in sewages. The use of interactive three-dimensional machine graphic arts immerses an user in the world of model and allows to manage work of virtual galvanic line, that allows to utilized this software and in educational aims as demonstration material and as one of components of the system of the controlled from distance education.

В настоящее время многие гальванические производства характеризуются высоким потреблением дорогостоящих и токсичных тяжелых металлов (ТТМ) и их соединений, что связано с низким коэффициентом их полезного использования. Большие потери ТТМ в сточные воды и дорогостоящая и мало эффективная очистка стоков приводят к существенному повышению себестоимости продукции и высокой экологической опасности данного производства. Причина этого кроется в том, что при разработке и эксплуатации гальванической линии сложно учесть влияние многочисленных производственных факторов (технологические параметры процессов, составы растворов и т.п.) на структуру расхода металлов, оценить их значимость и оптимизировать технологический процесс таким образом, чтобы свести потери к минимуму. Снижение потребления ТТМ и воды позволит решить как экономические, так и экологические проблемы этих производств.

В связи с этим перспективной задачей является разработка математического аппарата и алгоритмов, описывающих технологические процессы, и программного обеспечения, позволяющего быстро и с минимальными трудо-

затратами отслеживать структуру движения материалов в технологических процессах.

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- разработаны алгоритмы моделирования любых технологических процессов в гальванических производствах [1];
- экспериментально исследовано влияние различных факторов (состав растворов, режимы технологических процессов, конфигурация обрабатываемых деталей и т.п.) на параметры, определяющие безвозвратные потери ТТМ: удельный унос электролитов и снижение массы покрытия в заключительных операциях [2];
- разработано программное обеспечение для моделирования и оптимизации технологических факторов в гальванических линиях [3];
- разработана система анализа полученных расчетных данных с целью выработки рекомендаций по повышению эффективности технологических процессов и снижению поступления токсичных тяжелых металлов на очистные сооружения;
- разработана система виртуального моделирования, позволяющая реалистично отображать оборудование гальванических цехов в реальном времени с возможностью манипулирования объектами модели.

В результате было разработано программное обеспечение, которое имеет удобный интерфейс, рассчитанный на неподготовленного пользователя. Для большей наглядности гальваническая линия представлена в трехмерном виде. В программу вносится информация по каждой технологической операции, по последовательности технологических операций, по движению промывной воды и по особенностям конструкции гальванических ванн.

При разработке виртуальной компьютерной модели гальванической линии были использованы методы научной визуализации с возможностью манипулирования объектами в реальном времени. Использование интерактивной трехмерной машинной графики погружает пользователя в мир модели и позволяет управлять работой гальванической линии не только в автоматическом режиме (с помощью введенной циклограммы), но и в ручном (“от кнопки на процесс”).

Алгоритм программы основан на циклическом расчете материального баланса всех промывных ванн с учетом всех входящих и выходящих материальных потоков. Для каждой ванны моделируется как принос и последую-

щий унос химикатов с технологическим спутником, перемещаемым автооператором, так и поступление примесей в случае многократного использования промывной воды. Для технологических ванн моделируются протекающие в них процессы, влияющие на материальный баланс. Критерием остановки расчета служит (по выбору пользователя) либо заданное время работы гальванической линии, либо превышение концентрации по заданному компоненту в указанной ванне.

Результатом расчета являются не только составляющие материального баланса гальванических ванн, но и количество химикатов, возвращаемых обратно в ванны за счет оптимизации технологического процесса, например, использования петлевой циклограммы, многократного использования промывной воды и т.п.

Выводы. Разработанная компьютерная виртуальная модель автооператорной гальванической линии позволяет отслеживать движение всех возможных материальных потоков в реальном времени, провести расчеты за любой период и выявить причины повышенного расхода материалов, а также провести оптимизацию технологического процесса с целью снижения перерасхода и уменьшения поступления соединений тяжелых металлов в сточные воды.

Использование интерактивной машинной графики позволяет использовать виртуальную модель гальванической линии в учебном процессе – в качестве демонстрационного материала на лекциях, в курсовом и дипломном проектировании и как один из компонентов систем дистанционного обучения, которые в последнее время приобретают все более широкое распространение.

Список литературы: 1. Домрачев Р.А., Шишкина С.В., Мамаев В.И. Программный комплекс для расчётов баланса токсичных тяжёлых металлов и оптимизации промывных операций в гальванических производствах. // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2002. – Т. 10, № 3, – С. 51 – 55. 2. Домрачев Р.А., Шишкина С.В., Шешилова Т.А. Влияние физико-химических свойств электролитов на материальный баланс гальванической линии. Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной электрохимии. – Москва, 2007. – 742 с. 3. Домрачев Р.А., Шишкина С.В., Фирсова Л.П. Компьютерное моделирование технологических процессов в гальванических производствах. Тези доповідей III Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології», 22 – 24 травня 2007 року. Дніпропетровськ, Україна. 2007. – С. 51.

Поступила в редколлегию 08.04.2008