

поверхности пор нанокристаллических платины, родия и препятствующими укрупнению их кристаллов при температурах до 800° С.

Материал - преимущественно алюмооксидный с добавками оксидов: церия; переходных металлов для термостабилизации оксида алюминия; элементов У1 и У11 групп, обеспечивающих (по различным механизмам твердофазного взаимодействия с оксидом алюминия) неоднородность поверхности вторичного носителя и тем самым препятствующих миграции и укрупнению нанесенных нанокристаллов платины, родия.

Платина: родий (5:1), наносимые из водных растворов платинахлористоводородной кислоты и хлорида родия с предварительной подготовкой поверхности носителя заданных пористой структуры, фазового состава и участков неоднородности для локализации нанокристаллов палладия и родия.

Синтезированы катализаторы, сохраняющие в условиях бифункциональной нейтрализации загрязнителей (300-500 и периодически до 800 °С) нанокристалличность и, соответственно, высокую эффективность.

Определены условия синтеза термостабильных нанокристаллических платиновых катализаторов и их пористых носителей с регулируемыми свойствами, закрепленных на оксидированной поверхности металлического блока сотовой структуры. Разработанный способ позволит понизить содержание драгоценного металла при приготовлении эффективного бифункционального блочного нейтрализатора выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
МНОГОАССОРТИМЕНТНЫМ  
ПРОИЗВОДСТВОМ  
СОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ  
МАТЕРИАЛОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ**

Шляго Ю.И., Чистякова Т.Б.,  
Юдинцева Ю.Е., Мальцева Н.В.

*«Научное конструкторско-технологическое бюро  
«Кристалл» Минобразования России»,*

*Санкт-Петербург,*

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)*

Мировая тенденция развития малого и среднего бизнеса в сфере применения и производства средств и устройств экологического назначения (для газоочистки, систем жизнеобеспечения, пробоподготовки экоаналитической аппаратуры и пр.) определяет высокую востребованность сорбционно-каталитических материалов со специфическими свойствами и малотоннажным потреблением.

Производство таких сорбционно-каталитических материалов, организованное на базе ГУП «НКТБ «Кристалл» Минобразования России», является гибким, многоассортиментным, мелкосерийным, характеризуется возможностью получения одного вида продукции по различным рецептурам и разными способами (вариабельность технологических режимов),

сложностью и многостадийностью технологических схем и разнообразием ее аппаратурной реализации. Тот факт, что продукция такого производства используется в системах и устройствах жизнеобеспечения и защиты окружающей среды, в газоаналитической аппаратуре и пр., определяет особые требования к обеспечению ее качества.

Необходимым условием для эффективной работы таких производств является наличие современной системы управления, обеспечивающей воспроизводимость результатов синтеза, безопасность и экологическую чистоту производства, оптимальный выход целевых продуктов в соответствии с регламентирующими документами, эффективное решение вопросов в нештатных ситуациях, оперативную перенастройку производства на выпуск новой номенклатуры материалов и пр.

В результате проведенных исследований:

- сформулированы задачи управления: выбор и перенастройка химико-технологической схемы производства на выпуск заданного вида продукции; управление отдельными стадиями производственного процесса; поддержка принятия решений в нештатных ситуациях;

- проведен анализ действующего производства как объекта управления, разработано его формализованное описание;

- разработана структура системы управления и алгоритмы ее функционирования и перенастройки;

- разработано информационное обеспечение: базы данных характеристик сырья, конечных продуктов, оборудования, технологических режимов и параметров; базы данных технологических ситуаций и рекомендаций оператору-технологу;

- разработано математическое обеспечение (математические модели основных стадий технологического процесса);

- разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений (на основе экспертных знаний по аварийным и нештатным ситуациям);

- разработан программный комплекс, включающий интеллектуальную систему поддержки принятия решений в нештатных ситуациях, подсистему прогнозирования показателей качества конечной продукции (библиотека математических моделей), систему анализа сырьевых запасов, информационно-справочную систему.

Разработка информационного обеспечения проведена с использованием визуальной среды разработки баз данных Microsoft Access, позволяющей создавать одновременно структуру базы данных и интерфейс и являющейся достаточно популярным средством проектирования и сопровождения баз данных, что существенно облегчает работу пользователей (операторов-технологов).

Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений осуществлялась на основе модели представления знаний, формируемой на базе декларативных знаний (технологические регламенты, технологические инструкции и др. КТД) и процедурных знаний (фреймы для описания экспертных знаний по управлению). Программный комплекс имеет от-

крытую модульную архитектуру для возможностей расширения функциональности.

При реализации разработки применена методика объектно-ориентированного программирования, позволяющая сократить сроки разработки программ и повысить их качество, используя в качестве инструментальной среды - Delphi. Дополнительные модули разработаны в виде исполняемых файлов или динамически подключаемых библиотек (DLL). Доступ к

базам данных осуществляется при помощи структурированного языка запросов SQL на базе технологий доступа к данным в среде Microsoft Windows, таких как ODBC и ADO.

Реализация разработанной системы управления на базе производства ГУП «НКТБ «Кристалл» Минобразования России» позволяет повысить его конкурентоспособность за счет повышения производительности и качества продукции.

### *Управление производством*

#### **«МОДЕЛЬНЫЙ ТРИПЛЕТ» ПРИ СИНТЕЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ**

Артеменко М.В.

*Курский государственный технический университет,*

При проектировании систем автоматизации управления производством одной из задач является создание подсистем управления определенными технологическими процессами.

Технологический процесс представляет собой последовательное, параллельное или замкнутое соединение отдельных операций, каждую из которых с позиций кибернетики можно рассматривать как «черный ящик», характеризующийся множествами «входных» и «выходных» контролируемых переменных и управляющих воздействий. Заметим, что в терминологиях стандартов переменные являются показателями качества или их компонентами (аргументами).

Введем обозначения:  $X^i$  – множество «входных» переменных операции  $i$ ,  $X^{i+}$  – «выходных» переменных,  $F^i$  – управляющих воздействий. Каждое из указанных множеств характеризуются допустимыми (в смысле соблюдения необходимых стандартов качества или безопасного выполнения операции) диапазонами значений переменных. На начальной операции в качестве  $X^{0-}$  выступают характеристики сырья, на конечной – в качестве  $X^{k+}$  – характеристики конечного продукта.

Тогда задачу оптимального автоматизированного управления операции  $i$  предлагается формулировать так: из множества управляющих воздействий  $F$  требуется выбрать те из них, которые, не нарушая выхода переменных  $X^{i-}$  и  $X^{i+}$  за допустимые пределы  $dX^{i-}$  и  $dX^{i+}$  позволяют получить качественную продукцию в заданных диапазонах  $dX^{k+}$  при начальных характеристиках сырья  $dX^{0-}$  с минимальными затратами.

Для решения поставленной задачи необходимо и достаточно иметь в распоряжении:

1. Имитационные модели «перевода» множества  $X^{i-}$  в  $X^{i+}$  с помощью воздействий  $F^i$

2. Допустимые диапазоны переменных ( $dX^{i-}$ ,  $dX^{i+}$ );

3. Квадратную единичную матрицу реализации технологического процесса, размерность которой определяется количеством операций, а элемент  $i$ - $j$  равен 1, если промежуточный продукт передается от  $i$ -ой операции к  $j$ -ой, т.е. если множества  $X^{i+}$  и  $X^{j-}$  совпадают. Матрица отображает технологический алгоритм

(интересно, что для проверки правильности технологии можно применять методы анализа и верификации алгоритмов);

4. Аппарат оптимизации управления (методы динамического программирования или теории игр).

Имитационные модели синтезируются, например, на основе идентифицированных математических моделей, связывающих между собой входные и выходные переменные при определенных управляющих воздействиях. Поскольку, в производственных условиях часто трудно организовать эксперимент, позволяющий сформировать необходимые по репрезентативности обучающие и экзаменационные выборки, отвечающие принципам эргатичности и стационарности и учитывающие возникающие бифуркации в управлении (более правильный термин – полифуркация), то рекомендуется применять при структурно-параметрической идентификации упомянутых функционалов связи самоорганизующееся моделирование (например, аппарат и алгоритмы метода группового учета аргументов). Главное в этом случае – использовать свободу выбора – т.е. в имитационных моделях применять несколько оптимальных в смысле отселектированных на этапе идентификации по критерию внешнего дополнения моделей.

Для каждой операции применяются модели двух «направлений» - назовем их «прямая» и «обратная». Первая – связывает множество  $X^{i+}$  со множествами  $X^{i-1}$ , где  $l$  – необходимая (заданная модельером) глубина анализа (изменяется от 0 до  $i$  – т.е. обеспечивает включение в себя характеристик предыдущих операций), которая в случае равенства 0 соответствует множеству  $X^{i-}$ . Обратная – связывает множество  $X^{i-}$  со множествами  $X^{i+1}$ , где  $l$  – необходимая «высота» (изменяется от 0 до  $k$  – т.е. обеспечивает включение в себя характеристик всех последующих операций, включая конечную), которая в случае  $l=0$  соответствует множеству  $X^{i+}$ .

Исходя из философско-системного хорошо проверенного принципа триадности и разработанности методов цепей Маркова, предлагается для каждой технологической операции в имитационных целях применять модельный триплет типа  $X^{i-} \leftarrow \Phi 1(X^{i-1-}) - X^{i+} \leftarrow \Phi 2(X^{i-}) - X^{i+} \leftarrow \Phi 3(X^{i+1+})$ , где  $\Phi..$  – идентифицированные множества функционалов, учитывающие управляющие воздействия на соответствующих технологических операциях.

Теперь, по технологической матрице и с помощью выбранного аппарата оптимизации управления