

УДК 004.94:66.095.834

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.213-218

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОЭКОЛОГИЧНЫХ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. Ц. Гапанова

Ключевые слова: азосочетание; диазотирование; математическая модель; объектно-ориентированный подход; химико-технологический процесс.

Аннотация: Представлен современный программный инструментарий, используемый для моделирования, оптимизации, проектирования новых химико-технологических процессов и позволяющий проводить анализ данных процессов, перебирать огромное число альтернатив их конструктивного оформления и, как результат, формировать оптимальное решение новой технологической схемы энерго- и ресурсосберегающего химического производства, обладающего высокой степенью экологической безопасности. Рассмотрена возможность применения объектно-ориентированных подходов при создании информационных систем моделирования и проектировании сложных химико-технологических процессов. Приведены результаты моделирования данных процессов.

Создание новых ресурсо- и энергосберегающих химических производств с высокой степенью экологической безопасности, разработка принципиальных технологических схем данных производств является сверхсложной задачей, требующей определения всех возможных вариантов конструктивного оформления проектируемой установки. Размеры и типы выбранных реакторных систем должны обеспечивать заданную производительность всей технологической установки.

Майстренко Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Майстренко Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», e-mail: ig_nataly@rambler.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Автоматизированная разработка принципиальных технологических схем новых ресурсо- и энергосберегающих химических производств с высокой степенью экологической безопасности может быть реализована с применением современного программного инструментария в виде компьютерных систем математического моделирования, оптимизации и проектирования, которые дают возможность всесторонне анализировать сложные процессы, перебирать множество вариантов и в результате синтезировать оптимальные решения. Ускоряется процесс разработок и исследований, а необходимый результат достигается неразрушающими и природосберегающими методами.

Для разработки подобных компьютерных систем существует два основных подхода, принципиально различающиеся разными способами декомпозиции систем: объектно-ориентированный и структурный [1]. Опыт создания программных продуктов, которые подлежат модификации в условиях изменяющихся требований (именно к такому типу программ относятся программный инструментарий моделирования химико-технологических процессов (ХТП)), выявил приоритетность объектно-ориентированных технологий для данного класса систем [1]. Подход, принятый в объектно-ориентированном анализе и проектировании, ведет к объединению процесса логического проектирования и системного анализа, а благодаря их применению в течение всего жизненного цикла разработки, позволяет преодолеть проблемы трассировки между моделями системы.

Объектно-ориентированный подход взят за основу при построении математических моделей непрерывных технологических процессов диазотирования и азосочетания синтеза азоксипигментов [2] в интерактивной системе компьютерного моделирования и оптимального проектирования процессов и аппаратов тонкого органического синтеза. Кратко технологический процесс синтеза азоксипигментов можно описать следующим образом. Предварительно подготовленные исходные реагенты (соляно-кислая суспензия амина и раствор нитрита натрия) при помощи регулируемых насосов непрерывно подаются в реакторную систему диазотирования. Полученное в результате реакции диазотирования диазоксисоединение непрерывно поступает в реакторную систему азосочетания вместе с азосоставляющей (2-нафтол), щелочным агентом (раствор соды) и наполнителем. Образовавшаяся суспензия азоксипигмента собирается в накопительной емкости для последующей отправки на фильтрацию, сушку и размол.

На первом этапе моделирования осуществляется построение модели предметной области в виде диаграммы классов без указания атрибутов операций и кратности ассоциаций (связей) (рис. 1), являющейся одновременно и диаграммой статической модели химико-технологической системы [3]. Одновременно с моделированием предметной области требуется создание модели активности системы в связи с тем, что четкое соблюдение последовательности выполняемых операций приобретает все более важное значение с ростом сложности системы, которая способствует детализации особенностей логической и алгоритмической реализации выполняемых интерактивной системой операций. В модели активности необходимо учесть все операции системы, так как на ее основе создается структура программы, поддерживающей требуемое поведение.

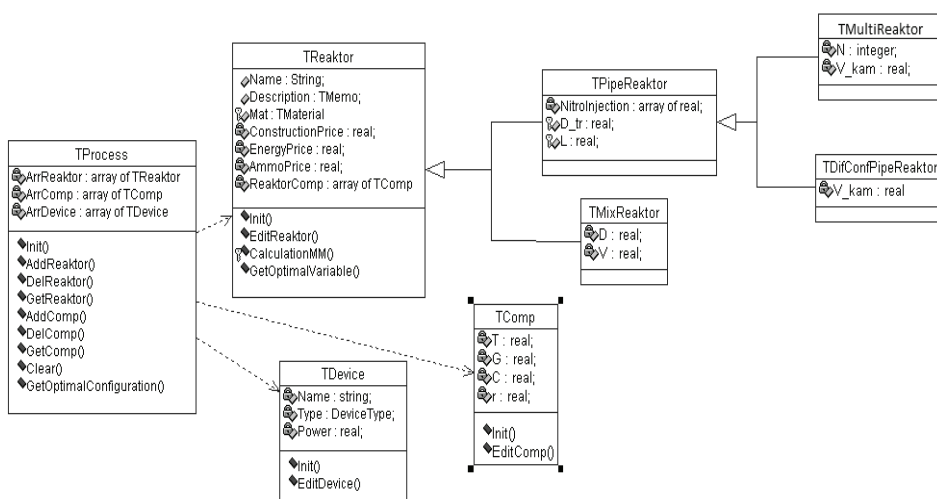


Рис. 1. Диаграмма классов процессов диазотирования и азосочетания при производстве азопигментов

Последующий анализ модели активности системы уточняет модель предметной области, которая является основой для проектирования модели ХТП. В основе алгоритма формирования математической модели лежит блочно-модульный принцип построения (рис. 2).

Блок компоновки включает наполнение блока и организующую подпрограмму. Наполнение данного блока состоит из модулей прикладных программ и модели предметной области. Организующая программа служит для управления работой блока компоновки математических моделей при решении задач, в том числе для перевода описания задачи с входного языка на внутренний язык системы, определения последовательности выполнения модулей для каждой задачи, обеспечения взаимодействия используемых модулей. Организующая программа разделена на три части: транслятор описаний, компоновщик и компилятор. Программы создаются при помощи транслятора описаний и транслятора программ.

Завершающей стадией моделирования системы является создание модели базы данных (рис. 3), которая отражает взаимодействие таблиц, входящих в базу данных, а также содержит подробное описание атрибутов операций и связей между таблицами. Транслятор описаний переводит входной текст во внутреннее представление интерактивной системы. На основе внутреннего описания задачи компоновщик составляет алгоритм ее решения, определяя таким образом последовательность применяемых модулей. Компоновщик проверяет разрешимость каждой подзадачи. Используя модуль решения подзадач, компилятор выдает полностью готовую программу решения задачи.

Таким образом, в результате итеративного, с пошаговым наращиванием возможностей, процесса, разработана объектно-ориентированная проектная модель ХТП, подлежащая дальнейшей кодогенерации. Предложенная схема проектирования математических моделей химико-технологических систем с применением прогрессивных объектно-ориентированных

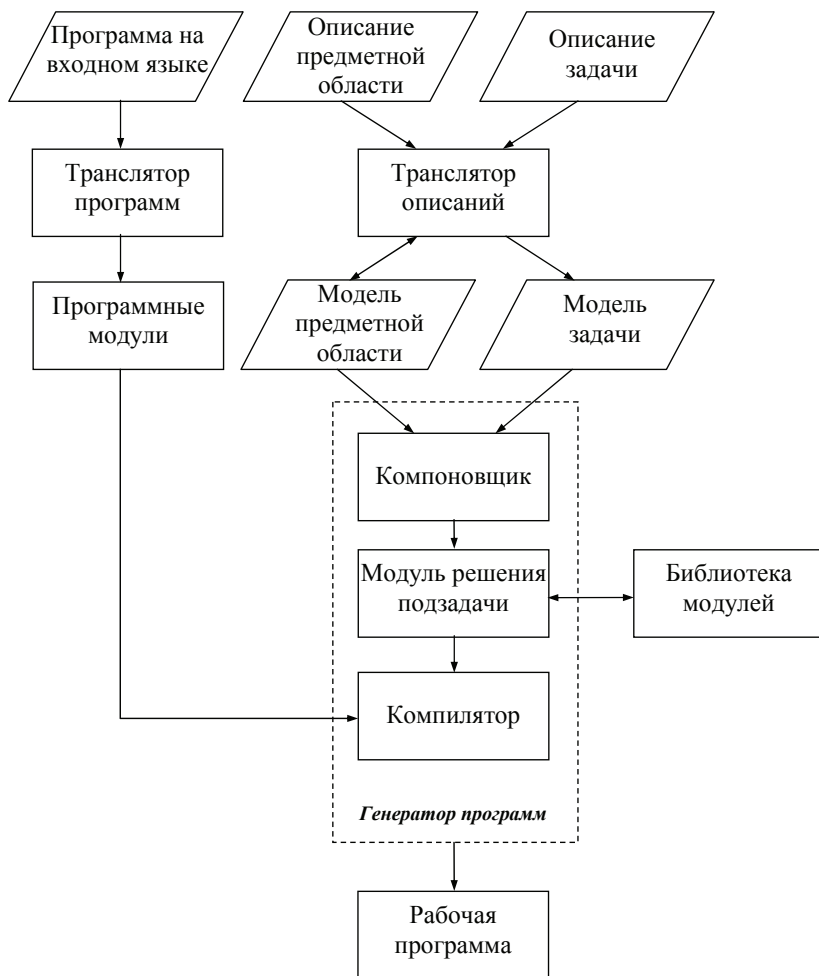


Рис. 2. Схема блока компоновки математических моделей

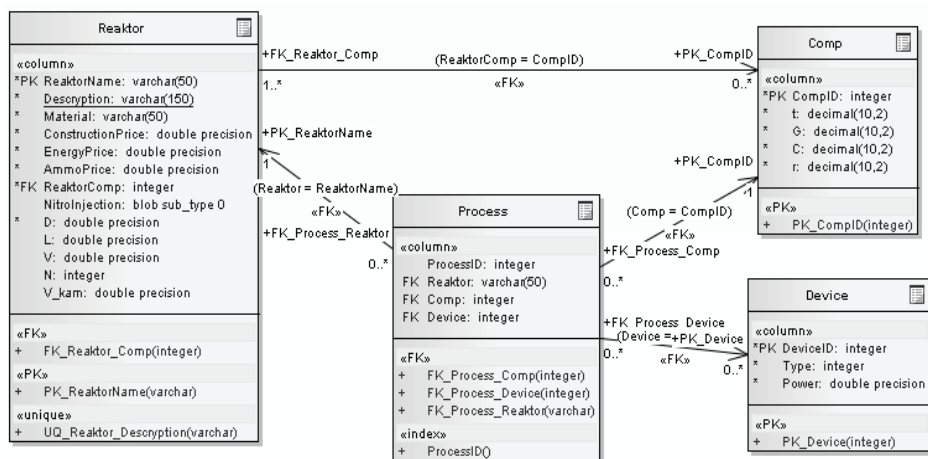


Рис. 3. Модель базы данных для процесса получения азокрасителей

технологий использована при разработке компьютерной среды для моделирования и проектирования процессов тонкого органического синтеза (диазотирования и азосочетания).

Построенные в системе математические модели позволяют рассчитывать не только параметры состояния ХТП, но и определять их качественные показатели. Приведем их результаты расчета (рис. 4).

Как видно из рисунка значительное влияние на качественные показатели процесса азосочетания и физико-колористические показатели получаемого пигмента оказывает время пребывания реакционной массы в реакторе. Увеличение времени пребывания позволяет добиться более высоких качественных параметров процесса азосочетания, однако его увеличение не может быть бесконечным и лимитируется требованиями по обеспечению производительности процесса, что позволяет, варьируя в заданных пределах временем пребывания реакционной массы, получать пигмент с заданным набором физико-колористических показателей.

Проведенные вычислительные эксперименты, моделирование технологических процессов синтеза азокрасителей, исследование их статических режимов, построение областей допустимых режимов функционирования реакторной системы азосочетания позволяют сделать вывод о необходимости постановки и решения задачи оптимизации технологических режимов процесса азосочетания, что позволит не только повысить качество получаемого азокрасителя, но и получать азокраситель с заданными качественными и физико-колористическими показателями.

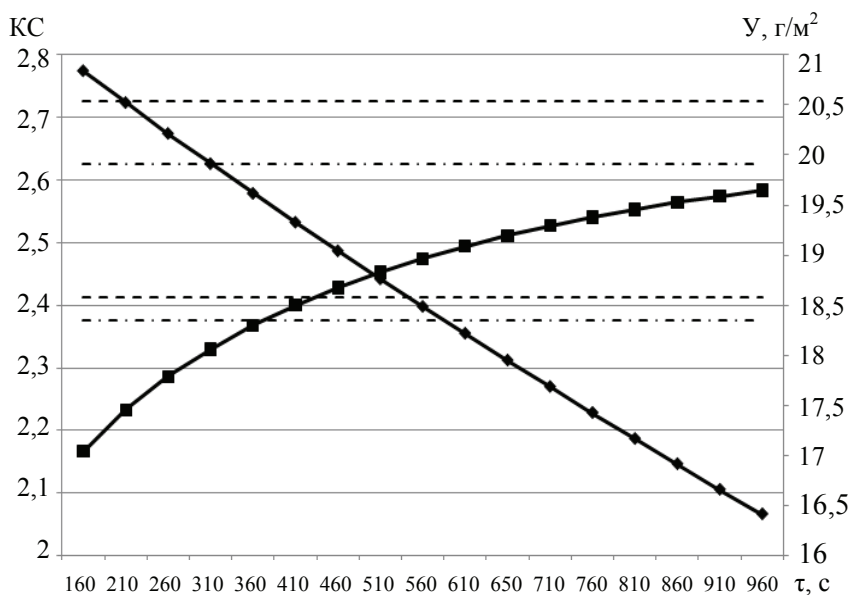


Рис. 4. График зависимости красящей способности (КС) и укрывистости (У) от среднего времени пребывания:
 ◆ – КС; ■ – У; коридоры допустимых значений для типового образца:
 — — — — КС; — · — — — У

Список литературы

1. Грэхем, И. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика / пер. с англ. / И. Грэхем. – М. : Вильямс, 2004. – 880 с.
2. Майстренко, А. В. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии непрерывного синтеза азопигментов / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко, И. Л. Вольщак // *Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского.* – 2013. – № 3 (47). – С. 306 – 314.
3. Майстренко, А. В. Моделирование технологических установок ресурсосберегающих химико-технологических процессов на основе объектно-ориентированного подхода / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко // *Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Управление. Вычислительная техника. Информатика.* – 2017. – № 1. – С. 62 – 68.

References

1. Grekhem, I., *Ob"ektno-orientirovannye metody. Printsipy i praktika* [Object-oriented methods. Principles and practices], M.: Vil'yams, 2004, 880 p.
2. Maistrenko A.V., Maistrenko N.V., Vol'shchak I.L., *Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2013, no. 3 (47), pp. 306-314. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Maistrenko A.V., Maistrenko N.V., *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Upravlenie. Vychislitel'naya tekhnika. Informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Ser. Control. Computer Engineering. Computer science], 2017, no. 1, pp. 62-68. (In Russ.)

Object-Oriented Tools for Designing Ecofriendly and Resource-Saving Chemical Technological Processes

A. V. Maystrenko, N. V. Maystrenko

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: object-oriented approach; mathematical model; chemical-technological process; diazotization; azo coupling.

Abstract: Modern software tools used for modeling, optimization and design of new chemical and technological processes allow analyzing these processes, sorting out a huge number of alternatives to their design and, as a result, finding the optimal solution for a new technological scheme of energy- and resource-saving chemical production with a high degree of environmental safety. One approach used in the development of this type of information system is an object-oriented approach. The possibility of applying an object-oriented approach for information systems modeling and design of complex chemical-technological processes is explored; the simulation results of these processes are presented.

© А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко, 2017