

УДК 658.012.011.57+66.013.6

Выбор и классификация конструкционных модулей химико-технологических аппаратов

Болдырев Вениамин Станиславович^{1(*)}

boldyrev.v.s@bmstu.ru

SPIN-код: 6459-7608

Меньшиков Владимир Викторович²

vm_uti@muctr.ru

SPIN-код: 5176-4200

Байбикова Вера Викторовна^{1,3}

bajvera@yandex.ru

Володин Дмитрий Владимирович¹

volodindv@student.bmstu.ru

SPIN-код: 4181-7260

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия³ ООО «Системные решения», Москва, Россия

Аннотация. В работе представлен подход к оптимальному инженерно-аппаратурному оформлению процесса инжиниринга энергоресурсоэффективных химико-технологических систем. Предложен алгоритм выбора, а также классификация конструкционных модулей при проектировании объектов химической технологии. Показана алгоритмизация создания химико-технологических систем на основе блочно-модульного подхода, то есть создание нестандартных аппаратов из стандартных унифицированных элементов (модулей) для выполнения наиболее важных (лимитирующих) технологических операций и применение стандартных аппаратов на вспомогательных, не лимитирующих стадиях процесса (частичная унификация).

Ключевые слова: химико-технологический аппарат, оптимизация, инжиниринг, блочно-модульный принцип, организация производства

Selection and classification of structural modules of chemical-technological apparatuses

Boldyrev Veniamin Stanislavovich^{1(*)}

boldyrev.v.s@bmstu.ru

SPIN-code: 6459-7608

Men'shikov Vladimir Viktorovich²

vm_uti@muctr.ru

SPIN-code: 5176-4200

Baybikova Vera Viktorovna^{1,3}

bajvera@yandex.ru

Volodin Dmitry Vladimirovich¹

volodindv@student.bmstu.ru

SPIN-code: 4181-7260

¹ BMSTU, Moscow, Russia² D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (MUCTR), Moscow, Russia³ LLC "System Solutions", Moscow, Russia

Abstract. The paper presents an approach to the optimal engineering and hardware design of the engineering process of energy-efficient chemical-technological systems. A selection

algorithm is proposed, as well as a classification of structural modules in the design of chemical technology objects. The algorithmization of the creation of chemical-technological systems based on a block-modular approach is shown, that is, the creation of non-standard devices from standard unified elements (modules) for performing the most important (limiting) technological operations and the use of standard devices at auxiliary, non-limiting stages of the process (partial unification).

Keywords: chemical-technological apparatus, optimization, engineering, block-modular principle, organization of production

Введение. Ключевым этапом создания высокоэффективного оборудования является разработка инженерно-аппаратурного оформления для реализации химико-технологических процессов (ХТП) [1–3]. Данный этап является наименее формализованным и требует максимального использования опыта проектанта.

Методы и материалы, результаты. При разработке оптимальной конструкции технологического аппарата, необходимо осуществить переход от совокупности физико-химических характеристик и технологических требований ХТП к конструктивным модулям, максимально удовлетворяющим заданным требованиям.

Различают 3 класса модулей:

Операторный модуль — совокупность простейших технологических операций, объединенных единством цели функционирования.

Конструкционный модуль — совокупность конструкционно-функциональных признаков (КФП). При рассмотрении конструкционного модуля геометрические параметры, материал изготовления аппарата и конкретное конструктивное оформление не учитывается.

КФП унифицированных модулей аппаратов химической технологии классифицируются группам: основные и дополнительные конструкционные признаки; режимы движения фаз; способы взаимодействия.

Унифицированный технологический модуль (УТМ) — физически реализованная с оптимальной формой и размерами, единица оборудования, которая соответствует одному конструкционному модулю. Конструкционный модуль является промежуточным звеном в процедуре создания аппарата между операторным модулем и его конкретной реализацией в виде УТМ. Операторный модуль характеризует процессную составляющую создаваемого производства, конструкционный модуль — его аппаратурное оформление.

При реализации цепочки наиболее сложным этапом разработки оптимального комбинированного аппарата является выбор конструкционного модуля, соответствующего специфике ХТП, который представлен операторным модулем. Каждому из конструкционных модулей присваивается определенный набор коэффициентов удовлетворения требованиям K_j , значения которых лежат в пределах $0 \div 1$. Коэффициент удовлетворения требованиям количественно определяет возможность конструкционного модуля реализовывать определенные физико-химические явления. Каждый из конструкционных мо-

дулей может быть описан при помощи КФП и сведен в матрицу. Каждый КФП имеет заданное значение K_y , который определяется экспертным путем.

Выбираемый конструкционный модуль должен выполнять все основные и максимально удовлетворять дополнительным требованиям. Для выбора оптимального конструкционного модуля рассчитывается значение коэффициента пригодности K_{Π} :

$$K_{\Pi} = \sum_{i=1}^n K_{yi} K_{zi}$$

где n — число требований; K_{zi} — коэффициент значимости, принятый для i -го требования; K_{yi} — коэффициент удовлетворения i -тому требованию

Заключение. Для всех конструкционных модулей рассчитывается значение K_n и отбирается небольшое число конструкционных модулей, имеющих наибольшее значение K_n . Эффективным является сочетание различных модулей для выполнения нескольких последовательных операций в пределах УТМ.

Список источников

- [1] Кафаров В.В., Мешалкин В.П. *Анализ и синтез химико-технологических систем*. Москва, Химия, 1991.
- [2] Богомолов Б.Б., Болдырев В.С., Зубарев А.М., Мешалкин В.П., Меньшиков В.В. Интеллектуальный логико-информационный алгоритм выбора энергоресурсоэффективной химической технологии. *Теоретические основы химической технологии*, 2019, т. 53, № 3, с. 483–492. <https://doi.org/10.1134/S0040357119050026>
- [3] Болдырев В.С., Меньшиков В.В. Модульный принцип создания агрегатов и аппаратов химико-технологических систем. *Наука и бизнес: пути развития*, 2021, № 11, с. 80–85.