

Зельманов Самуил Соломонович
Московский технический университет связи и информатики (Волго-Вятский филиал г. Нижний Новгород)
E-mail: zelmanss@yandex.ru
603011, Нижний Новгород, ул. Менделеева, 15.
Тел.: +7(8312) 457505

Zekmanov Samuil Solomonovich
Moscow Technical University of Communication and Information Sciens (Volgo-Vyatskiy Branch)
E-mail: zelmanss@yandex.ru
15, Mendeleev street, Nizhny Novgorod, 603011, Russia
Phone: +7(8312) 457505

УДК 66.096.5:932.2

В.Ф. Беккер, И.Ф. Киссельман

**МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ
ПОТОКОВ В АБСОРБЕРАХ С ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ НАСАДКОЙ**

Рассмотрена методология системного подхода к разработке физико-химической системы на основе псевдоожигенного слоя подвижной орошаемой насадки. Актуальность работы определяется необходимостью совершенствования процессов химического превращения в аппаратах с интенсивной гидродинамикой. Научная новизна состоит в создании теории управления структурой потоков в технологических аппаратах с подвижной вращающейся насадкой.

Системный подход; структура потоков; химическое превращение; псевдоожигенный слой орошаемой насадки.

V.F. Becker, I.F. Kisselman

**METHODOLOGY FOR SYSTEM ANALYSIS OF THE FLOW IN
ABSORBERS FLUIDIZED TIPS ABSTRACT**

A methodology for a systematic approach to the development of physico-chemical system based on the fluidized layer of the mobile irrigation bubble breakers is given. The relevance of the work is determined by the need to improve the processes of chemical transformations in the apparatus through the intense hydrodynamics. Scientific novelty is in the creation of a theory of management structure of flows in the technological apparatus with mobile rotating bubble breakers.

Systems approach; the structure of flows; chemical transformation; fluidized layer irrigated packing.

Объектом исследования является абсорбер с псевдоожигенной насадкой, который является высокоинтенсивным технологическим оборудованием, совмещающим в общем случае процессы химического превращения и массообмена, т.е. представляющим собой химико-технологическую систему (ХТС). Для такой системы количественная связь выходных переменных с входными, возмущающими и управляющими воздействиями представляет собой математическую модель.

Основой математической модели является гидродинамическая часть общего технологического оператора, которая характеризует поведение так называемого холодного объекта, т.е. объекта, в котором отсутствуют физико-химические пре-

вращения. Анализируется структура потоков в объекте и ее влияние на процессы переноса и перемешивания компонентов потока.

Учитывая, что интенсивность межфазного переноса самым тесным образом связана с развитостью поверхности контакта фаз, в системах с относительным движением газовых и жидкостных потоков всегда являются актуальными вопросы организации контакта фаз. Трудности в достижении высоких удельных площадей контакта фаз в проточных аппаратах возникают в связи с быстрым ростом межфазного обмена импульсом при повышении степени дисперсности фаз. В одних случаях это приводит к увеличению неоднородности структуры потоков, в других – например, в системах с неподвижным слоем твердофазного материала – к возрастанию потерь механической энергии на прокачку газа или жидкости через аппарат. К первым относятся гетерофазные процессы в трехфазном псевдооживленном слое, создаваемом вращающейся подвижной насадкой [1].

По принципу образования межфазной поверхности это аппараты с поверхностью контакта, образуемой в процессе движения потоков. Среди достоинств таких аппаратов – возможность изменять структуру потоков с целью создания благоприятной для химического превращения гидродинамической обстановки, направленной на совмещение химических и массообменных процессов с трёхфазным псевдооживленным слоем. Достоинства: высокая эффективность, нечувствительность к загрязнениям газа и жидкости, нечувствительность к колебаниям нагрузки.

Основным приемом построения математического оператора является блочный принцип. Решая задачу проектирования технологических модулей, исходили из того, что необходимым признаком гибкой химико-технологической системы (ХТС) является перестраиваемая по блочно-модульному принципу организационная и технологическая структура, а также наличие управляющей системы, обладающей адаптивными свойствами. Организация по модульному принципу позволяет создавать различные ХТС из однотипных модулей. Каждый выполняется в виде открытой подсистемы, позволяющей объединять его с другими модулями.

Технологическая гибкость предполагает выпуск различных продуктов на одинаковом оборудовании. Более того, иногда удается осуществить различные физико-химические процессы в одном аппарате, обеспечивая многофункциональность модуля. Например, в колонне с псевдооживленной насадкой можно совместить многие газожидкостные процессы химического превращения, абсорбции, ректификации, теплообмена и др.

Аппаратурная гибкость предполагает наличие условий быстрого изменения конструкции аппарата без значительных затрат труда. Например, часто в зависимости от механизма реакций химического превращения, сопровождающих процессы в трехфазной системе, требуется поддерживать гидродинамические режимы, близкие к идеальному вытеснению или идеальному перемешиванию.

В зависимости от требуемой структуры потоков в аппарате выбирают тот или иной тип насадочных тел и опорно-распределительных решеток. Подбирая форму элемента подвижной насадки, удается либо равномерно распределить вращающиеся элементы подвижной насадки по объему трехфазной системы и удерживать их в этом состоянии (идеальное вытеснение), либо создать условия для свободного перемещения каждого элемента подвижной насадки по всему объему трехфазной системы (идеальное перемешивание). Изменение структуры подвижной газожидкостной системы достигается заменой типа (конструкции) элементов подвижной насадки, инициирующих эту структуру.

Решалась возникающая при аппаратурном оформлении процесса проблема выбора оптимального соотношения размеров элементов подвижной насадки и их

количества. В качестве критерия в такой задаче выбора рассматривалась степень заполнения подвижной насадкой в статическом состоянии рабочего объёма абсорбера. Идеальной является шаровая упаковка, сложенная жесткими равновеликими сферами, касающимися друг друга, и плотнейшим образом заполняющая пространство. Такую шаровую упаковку образуют параллельные равноудаленные слои равновеликих шаров, плотно примыкающих друг к другу. Возможны двухслойная гексагональная и трёхслойная кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Образующиеся при этом как тетраэдрические, так и октаэдрические пустоты могут быть полностью или частично заполнены шарами другого размера (в отличие от шаров, слагающих плотнейшую шаровую упаковку). Даны рекомендации для выбора оптимального соотношения размеров элементов подвижной насадки и количества элементов насадки двух сортов [2].

Выполнены эксперименты на физической модели, подтверждающие целесообразность заполнения рабочей зоны абсорбера двумя сортами подвижной насадки, отличающимися размером. Выявлено, что взаимное проникновение насадочных тел обеспечивает равномерное распределение по объёму зоны псевдооживления и за счёт соударения насадочных тел различной массы достигается более интенсивное перемешивание взаимодействующих фаз. Предложен и проверен способ интенсификации массообмена с использованием явлений самоорганизации, разработаны новые гидродинамические режимы с искусственно организуемой нестационарностью массопередачи.

Управление работой аппаратного модуля заключается в информационном контроле и автоматическом регулировании технологических (режимных) параметров. Автоматизация информационного контроля обеспечивает измерение технологических параметров: динамической высоты слоя, его гидравлического сопротивления, газосодержания. Показано, что для количественной оценки интенсивности гидродинамических процессов удобно использовать величину удельной поверхности контакта фаз. Инструментальные средства определения величины межфазной поверхности и газосодержания в рабочей зоне абсорбера реализуют статистический (стереометрический) способ измерения. Разработан способ управления модулем, поддерживающий максимальную величину поверхности раздела фаз в рабочей зоне аппарата.

В качестве примера предлагаемого подхода выполнено компьютерное моделирование процесса абсорбции аммиака водой в колонне с вращающейся подвижной насадкой [2]. Модуль включает описание структуры потоков в аппарате в виде ячеечной модели с изменением в зависимости от гидродинамического режима числа ячеек идеального перемешивания в отдельной секции аппарата, с введением корректирующего коэффициента, учитывающего вращение элементов подвижной насадки. Число единиц переноса на одну секцию определено по величине объёмного коэффициента массопередачи, отнесённого к газовой фазе. Число ячеек идеального перемешивания в одной секции определяется через критерий Re для неподвижной насадки, который, в свою очередь, есть функция величины критерия подобия Re для жидкости и производного критерий Ga для элемента подвижной насадки. Кинетика процесса описана зависимостью константы равновесия растворения аммиака в воде от температуры с учетом парциального давления аммиака в газовой фазе, находящейся в состоянии равновесия с раствором аммиака определенной концентрации. В основу описания процесса массопередачи положены зависимости объёмного коэффициента массопередачи, отнесённого к газовой фазе от объёмного коэффициента массопередачи в газовой фазе и объёмного коэффициента массопередачи в жидкой фазе, которые, в свою очередь, рассчитываются через скорость газа и плотность орошения для данных конструктивных парамет-

ров секции и элемента подвижной насадки. Выполнена проверка адекватности модуля сопоставлением с данными, полученными на физической модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беккер В.Ф. Основы теории совершенствования структуры потоков в аппаратах химической технологии. – Пермь: ПермГТУ, 2009. – 142 с.
2. Киссельман И.Ф. Математическое моделирование абсорбции аммиака в колонне с вращающейся псевдооживленной насадкой // Международ. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях ММТТ-21»: Сб. труд. в 11-и т. Т. 11. – Тамбов, 2008. – С. 30–31.

Беккер Вячеслав Филиппович
Березниковский филиал Пермского государственного технического университета
E-mail: z xenon@narod.ru
618221, Пермский край, г. Березники, ул.Пятилетки, 31, кв. 6

Киссельман Ирина Фридриховна
Березниковский филиал Пермского государственного технического университета
E-mail: z xenon@narod.ru

Becker Vyacheslav Filippovich
Berezniki branch of the Perm State Technical University
E-mail: z xenon@narod.ru
31-6, Paytiletk street, Berezniki, 618221, Russia

Kisselman Irina Fridrihovna
Berezniki branch of the Perm State Technical University
E-mail: z xenon@narod.ru

УДК 681.306

В.Д. Сытенький

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

При обучении студент занимается научной деятельностью, т.е. творческим процессом, следовательно, необходимо произвести количественную оценку его творческой деятельности.

Научная деятельность; творческий процесс; количественная оценка.

V.D. Sytenky

INFORMATION MODEL OF CREATIVE ACTIVITY OF THE STUDENT OF THE TECHNICAL ACADEMY

At training the student also is engaged in scientific activity, i.e. creative process, and consequently it is necessary to spend a quantitative estimation of his creative activity.

Scientific activity; creative process; quantitative estimation.

Известно, что в среднем за пять лет количество информации в мире удваивается. Появляются новые дисциплины в учебных планах вузов, обновляется приборный парк лабораторий и т.п., что влечет за собой появление новых учебников,