BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 3, Number 355 (2015), 42 – 51

MATHEMATICAL MODEL OF TRANSFER OF GAS MIX WITH DROPS IN A CONTACT ZONE OF THE MASS-EXCHANGED DEVICE WITH SPIRAL NOZZLES

O. S. Balabekov[1], B. R. Ismailov[2], A. A. Volnenko[2], Kh. B. Ismailov[2]

[1]South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, Kazakhstan,
[2]M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
E-mail: ismailb@mail.ru, nii_mm@mail.ru

Key words: mass transfer, nozzle, apparatus, mixture.

Abstract. The mathematical modeling of the droplets transfer in the gas flow in the channel of the mass transfer device with the mobile helices has been developed. To simplify the description of the process the key assumptions with their justifications are presented; the applicability of the model of interaction of the gas with drops in the field of velocities calculated by the two-dimensional Navier -Stokes equations in the variables of Helmholtz is presented as well. Implementation of the finite-difference scheme for a system of normal one-dimensional differential equations for dynamic functions provided for determination of their numerical values for the moments of the process and the various sections of the vertical axis of the channel mass-transfer apparatus with nozzles. Value of the reduced density of the second phase of the last section on the vertical axis and the last calculated points in time makes it possible to find the main target-substance concentration at the outlet of the machine. The developed mathematical model together with the Navier-Stokes equations to describe the velocity field in the technological device channel can also be used for the calculation and optimization of the shape and size of other packing elements. Wherein the packing shape factor will be considered by the initial and boundary conditions for dynamic functions

УДК 661.9:532.529

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА СМЕСИ ГАЗА С КАПЛЯМИ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ МАССООБМЕННОГО АППАРАТА СО СПИРАЛЬНЫМИ НАСАДКАМИ

О. С. Балабеков[1], Б. Р. Исмаилов[2], А. А. Волненко[2], Х. Б. Исмаилов[2]

[1]Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,
[2]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

Ключевые слова: массообмен, насадка, аппарат, модель, смесь.

Аннотация. Проведено математическое моделирование процесса переноса капель в газовом потоке в канале массообменных аппаратов с подвижными спиральными насадками. Для упрощения описания процесса приведены основные допущения с их обоснованиями, а также применимость модели взаимодействия газа с каплями в поле скоростей, рассчитанном по двумерным уравнениям Навье-Стокса в переменных Гельмгольца. Реализацией конечно-разностной схемы для системы нормальных одномерных дифференциальных уравнений для динамических функций найдены их численные значения для моментов времени проведения процесса и различных сечений по вертикальной оси канала массообменного аппарата с насадками. Значение приведенной плотности по второй фазе для последнего сечения по вертикальной оси и последнего расчетного момента времени дает возможность найти основное целевое значение-концентрацию вещества на выходе аппарата. Разработанная математическая модель совместно с уравнениями Навье-Стокса для описания поля скоростей в канале технологического аппарата может быть использована также для расчета и оптимизации формы и размеров других насадочных элементов. При этом фактор формы насадок будет учтен начальными и граничными условиями для динамических функций.

В настоящее время создано большое количество колонных аппаратов, используемых для проведения процессов абсорбции, десорбции, ректификации, экстракции, теплообмена, испарения и конденсации, а также в качестве экологического оборудования для очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Среди них можно выделить отдельный класс аппаратов с регулярной подвижной насадкой, которые в своей работе используют закономерности вихревого взаимодействия потоков газа и жидкости [1, 2]. Они значительно превосходят широкоприменяемые ныне конструкции тепломассообменных и газоочистных аппаратов вследствие невысокой энергоемкости при высокой эффективности проводимых процессов, т.е. обладают несомненным преимуществом, таким как низкая капиталоемкость производства.

В аппаратах с регулярной насадкой возможно создание классической вихревой структуры потоков, а также вихревой структуры потоков, осложненной вращением и вибрацией насадочных элементов [3].

Строгое математическое моделирование всего процесса взаимодействия газа и жидкости в аппарате с различными вибрирующими насадочными элементами, в нашем случае, спиральными, невозможно ввиду того, что учет всего комплекса физико-химических, динамических, геометрических факторов приводит к непреодолимым математическим трудностям. В связи с этим, вышеуказанный процесс рассматривается со следующими допущениями:

1. Размеры капель во много раз больше молекулярно-кинетических размеров.

2. Размеры капель во много раз меньше расстояний в аппарате с насадками, на которых макроскопические параметры двухфазной среды меняются существенно.

3. Смесь монодисперсная, капли в каждом элементарном макрообъеме контактной зоны аппарата с насадками имеют одинаковые радиусы, причем объемная концентрация дисперсной фазы не очень велика, так что

$$\alpha_2^2 << 1. \tag{1}$$

4. Энергией и другими эффектами броуновского и внутреннего движения капель можно пренебречь.

5. Отсутствуют процессы дробления, коагуляции и образования новых дисперсных частиц.