



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ПРОФ. Н.Е. ЖУКОВСКОГО

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА
ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ
АН РУЗ ИМЕНИ М.Т.УРАЗБАЕВА
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ Н.Е.ЖУКОВСКОГО**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАХМАТУЛИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Ташкент, 26-27 мая 2023 года

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ В СИСТЕМЕ ТВЕРДОЕ ТЕЛО - ЖИДКОСТЬ НА ОСНОВЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАССАПЕРЕНОСА

¹ А.А.Артиков, ² Ш.У.Мирзаева, ² К.Х.Гафуров, ² Х.Ф.Джураев, ² У.Севинов

¹Ташкенский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

²Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

Введение: Диффузия (лат. diffusio «распространение, растекание, рассеивание; взаимодействие») — неравновесный процесс перемещения (молекул и атомов, и в других тому подобных) вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией, приводящий к самопроизвольному выравниванию концентраций по всему занимаемому объёму [1]. Примером диффузии может служить изучение процесса массоперенос компонентов в твердом теле из растительного сырья (например, лакричный корень) жидким углекислым газом.

Первое количественное описание процессов диффузии было дано немецким физиологом А. Фиком в 1855 году. В соответствии второму закону Фика в монометрической системе градиент концентрации материала ориентированное в скорость преобразование концентрации материала в заданной точке представляется дифференциальным уравнением диффузии [1]:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) \quad (1)$$

где τ - время, x, y, z – координаты.

Однако, в реальном процессе расчета массопереноса начальные условия, в частности, распределение концентрации внутри тела связанное с концентрацией внешней среды изменяющей по времени существенно усложняет процедуру вывода расчетных уравнений, даже при применении граничных условий третьего рода имеются большие погрешности. Поэтому более приемлемым будет разработка и применение вычислительных решений на основе методики многоступенчатого компьютерного моделирования процесса массопереноса. Она начинается с многоквасислойного моделирования распределения концентрации внутри тела материала.

Цель исследования. Целью исследования является разработка методики расчета коэффициента диффузии и процесса массопереноса компонентов в твердом теле на основе многоступенчатого компьютерного квазислойного моделирования.

Результаты исследования. Разработан метод по определению коэффициента диффузии молекулярной диффузии путем моделирования массобмена в множестве квазислоев частицы, Модель включает мат описания начиная от уравнения материального баланса; далее, в квазислоях частицы материала или изменение концентрации ингредиентов в растворе; объема раствора находящейся в квазислое частицы; радиусов внешнего и внутреннего квазислоев частицы; расхода ингредиентов, прошедшего из внутреннего квазислоя на внешний слой, он равен произведению коэффициента массопередачи; площади массопередачи, толщины квазислоя частицы определяемого отношением радиуса частицы к количеству слоев; рабочих площадей внешнего и внутреннего квазислоев частицы. Коэффициент массопередачи прямопропорционален коэффициенту диффузии и плотности раствора и обратно пропорционально толщине слоя,

Составлены: Математическое описание концентрации ингредиентов в растворе, находящейся в квазислоях, компьютерная модель процесса квазислоев частицы, которая состоит из блока радиуса внутреннего слоя $F_{cp} r_i$ и зависящих от него блоков: внешней площади внутреннего слоя $F_{cp} F_i$, блока объема внутреннего слоя $F_{cp} V_{i \text{ шар}}$ и блока прихода ингредиентов из внутреннего слоя $F_{cp} G_{пр}$, модели расхода ингредиентов, перешедшего в жидкую фазу, т.е. в растворитель. определяется разностью расхода ингредиентов при входе в аппарат и расхода ингредиентов при выходе аппарата. Построена компьютерная модель

процесса экстракции в аппарате включающая блоков процессов в квазислоях, блока процесса в частичках, блока процесса в твердой фазе, блока процесса в жидкой фазе, блока расчета межфазных изменений, блока процесса в рабочей камере экстракционного аппарата. Сформулирована модель для введения начальных значений параметров экстракции,

Осуществлен поиск значения коэффициента диффузии.

Проведены эксперименты на физической и компьютерной моделях, при начальной массы материала 200 гр. Поиск коэффициента диффузии извлечения экстрактивных веществ из твердой фазы осуществлялся сравнением результатов экспериментов на физической и компьютерной моделях, методом направленного случайного поиска путем выбора различных значений коэффициента диффузии.

При проведении экспериментов на компьютерной модели использовался метод направленного случайного поиска. Здесь, после введения начальных значений параметров на компьютере можно получить результаты изменения концентрации ингредиентов в твердой и жидкой фазах материала и уменьшения концентрации ингредиентов в квазислоях частиц, имеющие определенные значения диаметров. Проведены исследования для различных значений коэффициента диффузии. Поиском установлена приемлемое значение коэффициента диффузии, им оказалось величина равной $D=0,7 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$. При продолжительность экстракции 9000 сек. общее содержание экстрактивных веществ твердой фазы уменьшался с 40 % до 14 %.

Сравнительные результаты экспериментов извлечения экстрактивных веществ из твердой фазы на лабораторной установке и компьютерной от времени показаны на таблице 1. Результаты экспериментов на лабораторной установке извлечения по времени экстрактивных веществ из твердой фазы и оптимальные данные из компьютерной модели.

Время, сек	Остаточная концентрация экстрактивных веществ, г/г		Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение
	экспериментальные данные	данные из компьютерной модели		
0	0,36	0,38	0,00040	
1750	0,2	0,23	0,00090	
3500	0,15	0,17	0,00040	
5250	0,13	0,15	0,00040	
7000	0,11	0,12	0,00010	
8750	0,1	0,11	0,00010	
			0,000383	2,0 %

Среднеквадратическое отклонение экспериментальных данных из компьютерной модели составляет 2,0% (табл.1).

Выводы. Определение коэффициента диффузии представляет сложную задачу, в реальном процессе расчета массопереноса даже при применение граничных условий третьего рода имеются большие погрешности расчета. На основе разработанной математической и компьютерной модели рекомендована методика расчета коэффициента диффузии и массопереноса в системе твердое тело-жидкость. Расхождение между экспериментальными данными и полученными данными компьютерной модели составляет 2,0%.

Литература

1. Диффузия — Википедия (wikipedia.org).
2. Артиков А., Гафуров К.Х., Мухаммадиев Б.Т., Мирзаева Ш. Получение ингредиентов из местного растительного сырья CO₂-экстракцией. Монография. Изд-во «Бухара», 2017 г. - 166 с.

Секция 2.ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА.	
Акилов Ж.А., Джаббаров М.С., Гайбулов Ю.Ш	37
<i>Гидродинамическое давление при эксплуатации нефтяных скважин глубинными насосами</i>	
Арипов М. М., Ходжиев С	39
<i>Численные исследования влияние исходного значения концентрации на параметры факела</i>	
Акилов Ж.А., Джаббаров М.С., Хужаёров Б.Х	41
<i>Нестационарное касательное напряжение при периодическом движении жидкости в цилиндрической трубе</i>	
Артиков А.А.,Мирзаева Ш.У.,Гафуров К.Х., Джураев Х.Ф., Севинов У	43
<i>Методика определения коэффициента диффузии в системе твердое тело - жидкость на основе многоступенчатого математического моделирования массопереноса</i>	
Бурнашев В.Ф. Кайтаров З. Д	45
<i>Моделирование двухфазной фильтрации в деформируемой пористой среде</i>	
Vasiliev S.G., Imomnazarov Kh.Kh., Mamasoliev B.J	47
<i>Studing a non-dissipative system of the two-velocity hydrodynamics</i>	
Волкова А.О., Ионов А.А., Киселев А.Ф., Толкачев С.Н	49
<i>Экспериментальные исследования ламинарно-турбулентного перехода и ламинаризации пограничного слоя</i>	
Григорьев П.С., Чан Фу.Т., Ибодуллоев Ш.Р., Кулдибаева Л.А	51
<i>Подходы к оценке собственных частот котлов вагонов цистерн с учетом влияния жидкости</i>	
Dalabaev Umuridin, Latipov Nusratilla	53
<i>Modeling the flow in the presence of underwater vegetation</i>	
Закиров А.Х., Юлдашев С.М	54
<i>Течение несжимаемой жидкости в канале с проницаемой частью</i>	
Имамов А.Р., Поташев К.А., Ганиев Р.Р	57
<i>Применение решения маскета о притоке пластового флюида к трещине гидроразрыва в случае пятиточечной схемы заводнения</i>	
Имомназаров Х.Х.,Холмуродов А.Э. Мукумов А.Х.,Салаев Д.К	59
<i>Одномерная динамическая обратная задача для системы уравнений типа хопфа.</i>	
Litvinov V. L., Litvinova K. V	60
<i>Simulation of filtration of multicomponent hydrocarbon solutions</i>	
Маликов З.М	62
<i>Математическая модель турбулентности на основе двухжидкостного подхода</i>	
Khaydarov O.Sh., Kholiyarov E.Ch.	64
<i>Identification of the retardation coefficient and source in the equation of transport of substance in porous continuum</i>	
Bakhtiyor Kh. Khuzhayorov, Saydullaev U.	65
<i>Suspension filtering with formation of an elastic - plastic cake layer</i>	
Madraximov M, Abdulkhaev Z, Ibrokhimov A, Mirzababaeva S.	67
<i>Mathematical modeling of laminar symmetric flow of viscous fluids</i>	