

УДК 66.021.3  
ББК 35.113  
П56

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*

*д-р техн. наук, проф. А. Г. Лаптев  
канд. техн. наук, зам. ген. дир. ООО «Эксперт бюро» И. Р. Хайруллин*

**Поникаров А. С.**

**П56** Многокомпонентный массоперенос в системах газ (пар) – жидкость : монография / А. С. Поникаров, Э. Ш. Теляков; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 128 с.

ISBN 978-5-7882-2575-3

Изложены результаты теоретических исследований процессов неэквимолярной массоотдачи в системах газ(пар) – жидкость. Приведена разработка методики расчета, интегрированная в программный комплекс вычислительной гидродинамики ANSYS Fluent массообменного оборудования, а также предложена математическая модель и введен параметр, определяющий взаимосвязь движущих сил (параметр  $p$ ). Модель базируется на численном решении трехмерных нестационарных уравнений переноса массы, энергии, импульса, а также на специально добавленной надстройке UDF, необходимой для корректного расчета массообменных процессов. На основе представленной модели исследовано влияние неэквимолярности, а также получены профили скоростей и концентраций в осесимметричном газовом потоке, осложненном поперечной диффузией, при ламинарном и турбулентном течении пара (газа).

Предназначена для научных и инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских институтов, а также для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов старших курсов технических вузов.

Подготовлена на кафедре машин и аппаратов химических производств.

**УДК 66.021.3  
ББК 35.113**

ISBN 978-5-7882-2575-3

© Поникаров А. С., Теляков Э. Ш., 2019  
© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2019

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Условные обозначения .....	6
Индексы .....	8
ГЛАВА 1. МАССООТДАЧА В БИНАРНЫХ И МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЯХ .....	9
1.1. Влияние турбулентности на массоотдачу .....	26
1.2. Многокомпонентная диффузии в газовых смесях. Математические модели.....	30
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО МАССООБМЕНА В СИСТЕМАХ ГАЗ (ПАР) – ЖИДКОСТЬ .....	40
2.1. Использование феноменологического соотношения при описании кинетики массопереноса .....	40
2.2. Структура уравнений бинарной массоотдачи.....	44
2.3. Структура уравнений многокомпонентной массоотдачи .....	50
2.4. Верификация математического описания процесса неэквимоляр-ной массоотдачи .....	54
2.5. Фактор неэквимолярности .....	66
2.6. Структура уравнений массопередачи .....	69
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА РАЗРАБОТАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ .....	75
3.1. Описание программного комплекса ANSYS Fluent и исследовательской модели .....	76
3.2. Методика проведения численного эксперимента и обработки экспериментальных данных .....	79
3.3. Проведение численного эксперимента с бинарными смесями (ламинарный режим течения).....	85
3.4. Проведение численного эксперимента с бинарными смесями (турбулентный режим течения).....	93
3.5. Численный эксперимент с бинарными смесями в турбулентном режиме течения (неэквимолярная постановка).....	97
3.6. Исследование влияния процесса массообмена на формирование профилей в трубах круглого сечения.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	109