

УДК 66.74.515.

СТРУКТУРА ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ В МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКАХ ОРГАНИЗОВАННОЙ ВИХРЕВОЙ СТРУКТУРЫ

М.З.Ескендилов, А.С.Садырбаева
ЮКГУ им.М.Ауезова, г.Шымкент

Интенсификация процессов осаждения аэрозолей из многофазных технологических потоков, повышение эффективности работы оборудования по предотвращению загрязнения окружающей природной среды промышленными аэрозолями и рациональному использованию природных ресурсов относится к числу наиболее насущных проблем.

Разработка и применение процессов, устройств и аппаратов по улавливанию аэрозолей требуют решения задач образования, коагуляции и осаждения аэродисперсных частиц с учетом их различной природы происхождения, распределения частиц по размерам, фазовых превращений и процессов тепломассообмена.

В данной статье излагаются вопросы реализации стратегии системно-поэлементного подхода для решения задач укрупнения (коагуляционного и конденсационного) и осаждения аэрозолей в турбулентных прямоточных газокапельных потоках организованной вихревой структуры.

Необходимость применения системно-поэлементного подхода особенно актуальна при анализе процессов коагуляции и осаждения в многофазных турбулентных потоках, т. е. системах, для которых характерны многообразие явлений, совмещенность и взаимодействие явлений различной физико-химической природы.

Основываясь на принципах системного анализа [1] и поэлементного рассмотрения совокупности явлений и эффектов, присущих исследуемым процессам, учитывая их многообразие, совмещенность и взаимодействие явлений различной физико-химической природы, предложена реализация методологии системно-поэлементного подхода к описанию процессов коагуляции и осаждения аэрозолей в прямоточных многофазных потоках организованной вихревой структуры [2]. При этом выделено шесть типов взаимодействующих явлений и процессов: 1) совокупность явлений на молекулярном уровне; 2) множество физико-химических явлений, связанных с образованием единичной частицы, и явлений межфазного тепло- и массопереноса [3, 4]; 3) физико-химические процессы в ансамбле частиц с учетом их столкновений и фазовых переходов [5, 6]; 4) совокупность процессов, определяющих скорость и эффективность

процессов коагуляции в локальном объеме (ячейке) аппарата; 5) совокупность процессов, определяющих макрогидродинамическую обстановку в локальном объеме аппарата, процессы переноса и осаждения аэрозолей [7]; 6) совокупность процессов, определяющих гидродинамическую обстановку в аппарате в целом.

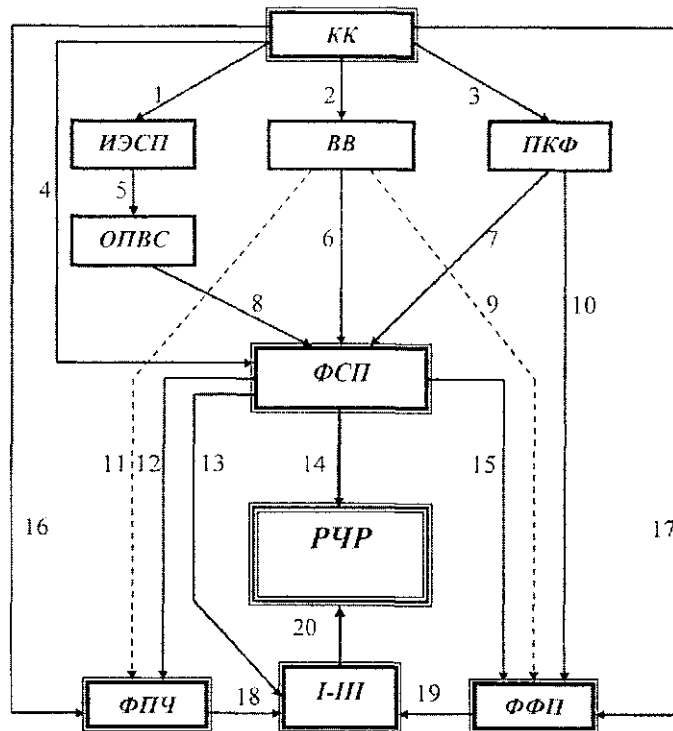


Рисунок 1 – Структура процесса коагуляции в масштабе аппарата

Совокупность явлений, которые определяют гидродинамическую обстановку в масштабе коагулятора, составляют четвертый тип структуры исследуемых процессов. Исходным фактором, определяющим специфику процессов четвертого типа, служат конструктивные особенности коагулятора (*КК*) (рисунок 1). К ним можно отнести наличие, расположение и геометрические характеристики турбулизирующих устройств (тел обтекания, насадок), тип и конфигурация каналов течения аэродисперсной смеси, расположение штуцеров подачи конденсирующегося агента, расположение входных и выходных патрубков и т.п.

Непосредственно конструктивными особенностями турбулизирующих устройств и их взаимным расположением определяется использование энергии сплошного потока *ИЭСП* (линия 1), идущей на создание и организацию потока вихревой структуры *ОПВС* (линия 5). Подвод конденсирующейся фазы *ПКФ* (линия 3) связан с режимом подачи и конструктивными особенностями коагулятора. Различного рода возмущения (гидродинамические, электростатические, концентрационные, тепловые), вносимые в коагулятор с входными потоками *ВВ*, показаны линией 2.

Совокупное влияние вышеперечисленных факторов (линии 5-8) приводит к формированию определенной структуры потоков в объеме коагулятора *ФСП*. Структура потоков в объеме коагулятора определяет расположение и формирование флуктуационных полей давлений и температур *ФФП* (линии 9, 10, 15, 17), фракционное перераспределение частиц *ФПЧ* (линия 12).

Каждая зона коагулятора характеризуется своей гидродинамической обстановкой, определяющей особенности концентрационных, температурных и скоростных полей. В локальных объемах каждой из зон проявляются все физико-химические явления и процессы первых трех типов *I-III*, которые (линия 20) вместе со структурой потоков *ФСП* (линия 14) в конечном итоге определяют распределение частиц по размерам *РЧР*. Взаимосвязь процессов первых трех типов *I-III* с процессами четвертого типа обозначена линиями 13, 18, 19.

Каждый тип структуры процесса коагуляции характеризуется соответствующей фор-

мой математического описания (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура математического описания процессов коагуляции и осаждения аэрозолей

Основу описания явлений - первого и второго типов составляют феноменологические и статистические методы физико-химической кинетики и химической термодинамики.

Для описания явлений и процессов, характерных для третьего типа, используют методы механики мелкомасштабных течений около частицы, гидродинамические модели, основанные на представлениях о движении частиц аэрозоля и межчастичных столкновений в потоках с гомогенной и изотропной турбулентностью, закономерности движения частиц в вихревом потоке, теории межфазного тепло-массопереноса.

Основу описания явлений четвертого типа – структуры процесса коагуляции с учетом фазовых превращений составляют методы статистической теории механики аэрозолей, детерминированные модели переноса массы, импульса и энергии. Пятый тип структуры относится к процессам осаждения и включает модели гидродинамики потоков в локальном объеме аппарата, диссипативные модели каскадного переноса энергии и массы в вихревых потоках, модели, описывающие инерционно-диффузионные механизмы осаждения аэрозолей в потоках с вихревой структурой.

Таким образом, математическое описание стохастических свойств процесса коагуляции, дополненное детерминированными моделями переноса массы, импульса и энергии и инерционно-диффузионными моделями осаждения аэрозолей, в итоге должно привести к общей математической модели шестого типа процесса коагуляции и осаждения. Уравнения первого, второго, третьего, четвертого и пятого типов структуры эффектов процессов коагуляции и осаждения входят составной частью в математическое описание явлений шестого типа, как математическое описание элементов всей системы в масштабе аппарата.

Разработанная методология системно-поэлементного моделирования процессов коагу-

ляции и осаждения аэрозолей в прямоточных многофазных потоках позволяет вести последовательное и обоснованное их математическое описание, учитывающее наиболее существенные физико-химические и гидродинамические факторы, связанные с процессами межчастичных столкновений, фазовых переходов, флуктуационного перераспределения параметров, межфазного тепло- и массообмена и инерционно-диффузионного переноса субстанций в гетерофазной системе вихревой структуры.

Литература

- 1 Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. – М.: Наука, 1976. – 499 с.
- 2 Ескендилов М.З. Системно-элементарное моделирование процессов коагуляции и осаждения аэрозолей в прямоточных многофазных потоках организованной вихревой структуры: дис. ... д-ра техн. наук. – Шымкент, 2005. – 300 с.
- 3 Ескендилов М.З., Сейтханов Н.Т. К определению коэффициента массоотдачи пара при его конденсации в аэрозольном потоке вихревой структуры //Научные труды ЮКГУ им. М.О.Ауезова. – 2005.- №8.- С.10-12.
- 4 Ескендилов М.З., Сманов Т.М., Туребекова А.М. Интенсивность массопереноса к капле в потоках с организованной вихревой структурой //Наука и образование на современном этапе: Труды международной научно-практической конференции. – Шымкент, 2005. – С.59-62.
- 5 Ескендилов М.З., Сманов Т.М., Кыякбаев Б.А. К расчету эффективного коэффициента диффузии частиц полидисперсного аэрозоля в турбулентных потоках//Наука и образование Южного Казахстана. – 2005.-№ 8(48). – С.55-58.
- 6 Ескендилов М.З., Сманов Т.М., Туребекова А.М. К определению коэффициента коагуляции частиц полидисперсного аэрозоля в потоках организованной вихревой структуры//Наука и образование Южного Казахстана. – 2005.-№ 8(48). – С.59-62.
- 7 Ескендилов М.З. Каскадный перенос частиц полидисперсного аэрозоля в турбулентном потоке //Доклады НАН РК. – 2004.- №2. – С.104-109.

Қорытынды

Бұл мақалада аэрозольді турбулентті ұйымдасқан құйынды құрылымдағы бағыттас газтамшылы ағындағы коагуляциялануы мен тұнуы мәселесін шешуге арналған жүйелі-элементті ұстанымды жүзеге асыру стратегиясының мәселері айтылады.

Summary

In given article questions of realization of strategy system - element the approach for the decision of problems of integration and sedimentation of aerosols in turbulent direct-flow gas-drops streams of the organized vertical structure are stated.