

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Быкова Николая Юрьевича на тему: «Моделирование процессов образования и роста кластеров в разреженных струйных течениях», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы – разработке моделей образования и роста кластеров и ее реализации при использовании метода прямого численного моделирования разреженных струйных течений.

Актуальность темы подробно обоснована во введении диссертации, где дается характеристика современного состояния проблемы и перечислены задачи физической механики, при решении которых необходим учет создания кластеров и влияния кластерных явлений на параметры течений. К ним относятся процессы в атмосферах планет и комет, в струях двигателей космических аппаратов, в технологических установках, явления конденсации и лазерной абляции.

Диссертация содержит введение, шесть глав, заключение и список литературы, включающий 266 наименований. Изложение результатов хорошо структурировано, что значительно облегчает его восприятие. Текст работы представлен на русском и английском языке.

Во введении сформулирована цель диссертации, перечислены задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели, обоснована новизна представляемых результатов и их практическая ценность.

В первой главе представлен краткий обзор методов описания течений газов с физико-химическими превращениями в условиях сплошной среды и в разреженных газах. Подробно рассмотрен метод прямого статистического моделирования (ПСМ) процессов конденсации в струйных течениях и сформулированы требования, которым должна удовлетворять модель образования и роста кластеров, для возможности ее использования в численных расчетах в рамках этого метода.

Вторая глава имеет важное теоретическое значение в диссертации и посвящена описанию моделей кинетики химических реакций, определяющих процессы образования и распада кластеров, которые в дальнейшем используются в расчетах с применением метода ПСМ. Кластерообразование рассматривается как каскад химических реакций, а вероятности образования и распада кластеров выражаются через коэффициенты скорости соответствующих химических реакций, что позволяет использовать в расчетах накопленный в литературе материал по определению коэффициентов скорости реакций в разных условиях. Рассмотрены два подхода при описании реакций - кинетический и макроскопический. Отмечается, что в первом случае вероятность прохождения реакций определяется для каждого акта столкновения частиц, зависит от их индивидуальных свойств и для ее определения могут быть использованы модели поуровневой колебательной и химической кинетики. При макроскопическом описании используются Аррениусовские температурные зависимости скорости реакций.

На основе кинетической теории в рамках модели полной энергии столкновения (Bird, 1981) получены выражения для вероятностей ассоциации и распада мономера и кластера и соответствующие формулы для констант скорости этих процессов. Приведена формула для константы скорости испарения мономера из кластера, совпадающая с записью закона Герца-Кнудсена при определенных условиях. Предложены модели конденсации, обсуждается их имплементация в алгоритмы ПСМ. Также рассмотрены модели процессов

by 09/12-1 см 09.01.19

