**Ибадинов, Хурсандкул Ибодинович. Дезинтеграция кометных ядер : диссертация ... доктора физико-математических наук : 01.03.03.- Душанбе, 1998.- 294 с.: ил. РГБ ОД, 71 99-1/252-6**

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ**

**ИНСТИТУТ АСТРОФИЗИКИ**

**На правах рукописи**

**ИБАДИНОВ ХУРСАНДКУЛ ИБОДИНОВИЧ**

**■ 0) оЧ 0**

**УДК 523.6**

**Специальность - 01.03.03 - Гелиофизика и физика Солнечной системы**

**Диссертация на соискании ученой степени**

**доктора физико-математических наук**

**Душанбе - 1998**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**ГЛАВА 1. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ КОМЕТ 19**

**1.1. Происхождение комет 19**

**1.2. Состав и свойства кометных атмосфер 26**

**1.3. Состав и свойства кометного ядра . 39**

**1.4. Основные выводы 48**

**ГЛАВА 2. ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**ДЕЗИНТЕГРАЦИИ КОМЕТНОГО ЯДРА 50**

**2.1. Метод лабораторного моделирования кометных**

**явлений 50**

**2.2. Исследование сублимации модели-ядра из льда ШО 59**

**2.3. Исследование сублимации модели ядра из льда СО2 63**

**. 2.4. Сублимация модели ядра из запыленного льда ШО 66**

**2.5. Скорости выброса фрагментов пылевой корки 73**

**2.6. Исследование сублимации модели ядра из замороженных**

**водных растворов 75**

**2.7. Основные выводы 80**

**ГЛАВА 3. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ**

**КОМЕТНОГО ЯДРА 82**

**3.1. Температура и темпы дезинтеграции кометного ядра из**

**льда ШО..... 82**

**3.2. Температура и темпы дезинтеграции кометного ядра из**

**льда СО2 89**

**3.3. Время жизни кометных ядер 94**

**3.4. Фотометрические параметры комет....... ; 101**

**4. . 1 .**

**3.5. Основные выводы і 108**

**з**

**ГЛАВА 4. ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ КОМЕТНЫХ ЯДЕР 109**

**4.1. Механизмы пылевыделения и особенности формирования**

**пылевых хвостов кометы........ 109**

**4.2. Обобщенный метод решения обратной задачи механической**

**теории кометных форм л 121**

**4.3. Исследование условий пылевыделения из ядер ярких комет по**

**наблюдениям их пылевых хвостов 132**

**4.4. Основные выводы 151**

**ГЛАВА 5. АКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В КОМЕТНЫХ ЯДРАХ.... 152**

**5.1. Нестационарная активность ядер комет и ее проявление... 152**

**5.2. Кометы с признаками нестационарной активности ядра... 156**

**5.3. Концевые синхроны в пылевых хвостах и активные процессы**

**в ядрах комет 179**

**5.4. Статистика нестационарной активности кометных ядер... 188**

**5.5. Лабораторное моделирование образования газо-пылевых**

**струй на поверхности кометного ядра 1 192**

**5.6. Основные выводы 195**

**ГЛАВА 6. ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЗИНТЕГРА¬ЦИИ ЯДРА С ТУГОПЛАВКОЙ КОРКОЙ 197**

**6.1. Методика и техника лабораторного моделирования зараста¬ния кометного ядра тугоплавкой коркой 197**

**6.2. Результаты исследований зарастания моделей ядра тугоплав¬кой коркой 201**

**6.3. Лабораторные исследования прочностных свойств моделей**

**корки поверхности ядра 207**

**' 1' f**

**6.4. Лабораторное исследование теплопроводности моделей кор¬ки поверхности кометного ядра 214**

**6.5. Лабораторное моделирование возможного механизма образо-вания тугоплавких веществ на поверхности кометного**

**ядра 218**

**6.6. Основные выводы ; 225**

**ГЛАВА 7. ЗАРАСТАНИЯ КОМЕТНОГО ЯДРА ТУГОПЛАВКОЙ**

**КОРКОЙ 227**

**7.1. Падение абсолютной яркости и структура поверхности ядер**

**і**

**короткопериодических комет ' 227**

**7.2. Тепловой режим и темпы дезинтеграции ядра, зарастающего**

**тугоплавкой коркой 234**

**7.3. Эволюция кометного ядра в астероидоподобное тело 241**

**7.4. Основные выводы .1 245**

**ЗАКЛЮЧЕНИ Е 247**

**ЛИТЕРАТУРА 255**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты исследований комет, как наземными, так и

космическими средствами, в том числе во время миссий КА ВЕГА -1,2 и Джотто, подтвердили реальность уиппловской модели кометного ядра, состоящего из конгломерата замерзших газов различной химической природы и тугоплавких частиц и внесли существенные дополнения в первоначальный вариант этой модели. В настоящее время считается, что основу льдов ядра составляет твердая вода (более 80 %), а другие вещества, в том числе и многочисленные сложные органические вещества и минеральные тугоплавкие частицы, входят в состав ядра как примеси. Открытия заплутоновых льдистых тел (тел из пояса Койпера размерами до 200 км), сделанные в последние годы, в сочетании с имеющейся информацией о кометных ядрах являются серьезным аргументом в пользу гипотезы происхождения ледяных кометных ядер в Солнечной системе и наличия резервуара комет на ее периферии.

Активность кометы определяется, главным образом, активностью ее ядра. Стационарная, поддающаяся прогнозированию активность ядра- дезинтеграция и эволюция ядра кометы из конгломерата льдов и тугоплавких веществ под действием излучения Солнца, в принцийе, может происходить по трем вариантам: сублимация льдов ядра и унос сублимирующими молекулами тугоплавких примесей, неспособных образовать тугоплавкую корку;

t

сублимация льдов ядра с образованием и систематическим разрушением тугоплавкой корки сублимирующими молекулами с выбросом ее фрагментов; сублимация льдов и образование устойчивой тугоплавкой корки на поверхности ядра, приводящей к резкому падению газопроизводительности ядра и превращению кометы в астероидоподобное тело. Первый вариант относительно

Г

правдоподобно прогнозируется и им часто пользуются при теоретических исследованиях, а два других трудно однозначно

і

просчитать из-за отсутствия достоверных данных о свойствах поверхностного слоя ядра.

Теоретические исследования, выполненные в данной работе, привели к заключению, что тугоплавкая корка поверхности ядра может периодически разрушаться давлением газов или расти все время. Все зависит от прочностных и фильтрационных свойств корки и

г

давления газа под ней. Нестационарная же активность ядра (деление ядра, газопылевые струи на его поверхности, столкновение с другими телами или частей ядра между собой и т.п.) за редкими исключениями не поддается прогнозированию.

Исследования дезинтеграции и эволюции кометного ядра, выполненные в настоящей работе методами лабораторного и численного моделирований, и анализ результатов наблюдений комет позволили проверить ряд важных теоретических заключений относительно дезинтеграции и эволюции кометного ядра. Получены новые результаты, проясняющие закономерности стационарной и нестационарной активности комет и возможных путей их эволюции. Разработаны и реализованы новые методы исследования комет.

Результаты лабораторного моделирования дезинтеграции различных вариантов ледяного кометного ядра, \_при условиях максимально приближенных к условиям ядер естественных комет, показали, что все три пути дезинтеграции и эволюции ядра реальны, а анализ данных наблюдений комет свидетельствует о том, что они реализуются.

Эксперименты показали, что скорость сублимации льдов ШО, СО2, замороженных водных растворов солей, органических веществ, слабозапыленного водяного льда, когда на поверхности образцов модели ядра не образуется устойчивая тугоплавкая корка, обеспечивает наблюдаемую газо- и пылепроизводительность средней кометы и среднестатистическое значение фотометрического параметра

і

комет n « 4. Сублимация таких вариантов ядра, при больших энергиях инсоляции (эквивалентных г < 1 а.е.) сопровождается выбросом ледяных частиц, пылевых частиц и фрагментов корки. Выброс ледяной пыли происходит даже, если модель ядра состоит из химически чистого водяного льда. ,

Количественные экспериментальные данные, характеризующие процесс образования и разрушения тугоплавкой пористой минеральной корки дают основание считать, что этот процесс в кометах (в первую очередь в новых кометах) происходит систематически и с приближением кометы к Солнцу быстро меняется частотная характеристика процесса, переходя в квазинепрерывный. Критическая толщина корки, при которой она разрушается, и размеры ее фрагментов растут с ростом концентрации пылевых частиц в составе льда, но они быстро уменьшаются с ростом энергии инсоляции, т.е. с приближением кометы к Солнцу. Скорости выброса пылевых частиц, фрагментов тугоплавкой корки, при условиях экспериментов, эквивалентных условиям нахождения ядра на гелиоцентрических расстояниях 0.5 - 1.0 а.е. на 2-3 порядка меньше тепловых скоростей молекул и не превышают нескольких метров в секунду, а вероятные скорости выброса фрагментов корки обычно меньше одного метра в секунду, т.е. в условиях комет скорости выброса метеорных частиц- фрагментов пористой корки с низкой плотностью ("пылевых комочков") из ядра незначительны и эти результаты лабораторных экспериментов уже учитываются специалистами по метеорной астрономии.

Результаты, исследований пылевых хвостов комет, в принципе, позволяют выявить , доминирующий механизм и закономерности стационарного и нестационарного пылевыделения в кометах, но пока нет надежных методов, позволяющих получить достоверную информацию о них. Существуют многочисленные наблюдения пылевых хвостов комет и мы в данной работе попытались извлечь

информацию о закономерностях пылевыделения из кометных ядер (о дезинтеграции ядра) по этим наблюдениям, разработали и использовали для исследования пылевых хвостов трех ярких комет новый метод решения обратной задачи механической теории кометных форм. Результаты исследований свидетельствуют о том, что пылевые частицы хвостов комет 1965 VIII, 1970 II и 1976 VI поступали в хвост непрерывно, но у комет 1965 VIII и 1976 VI происходили еще и мощные "синхронные" выбросы пыли из ядра, которые явились причиной образования концевых синхрон в хвостах этих комет. В этих кометах, как и в некоторых других, на относительно коротком интервале времени, одновременно реализовались и стационарный и нестационарный механизмы пылевыделения. У всех трех комет обнаружен рост средних значений эффективного ускорения частиц хвоста с удалением кометы от Солнца в момент выброса этих частиц. из сферы действия ядра. При неизменной природе и свойств частиц такая зависимость может быть интерпретирована как результат испарения частиц или как результат доминирования конденсационного механизма образования пылевых частиц в голове кометы.