

УДК 614.841; 551.515

*Кустов М.В., канд. техн. наук, ст. преп., НУГЗУ,
Калугин В.Д., д-р хим. наук, проф., НУГЗУ*

УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОНДЕНСАЦИИ В АТМОСФЕРНЫХ АКВААЭРОЗОЛЯХ

Представлена экспериментальная установка, позволяющая моделировать и исследовать физико-химические процессы в атмосферных аквааэрозолях при химическом и (или) физическом воздействии на них

Ключевые слова: экспериментальная установка, аквааэрозоль, параметры атмосферы, искусственное воздействие, электромагнитное излучение

Постановка проблемы. По своему определению чрезвычайная ситуация (ЧС) характеризуется большой площадью развития. Следовательно, на процессы развития и ликвидации таких ЧС, как ландшафтные пожары, выбросы химически опасных, радиоактивных и биологических веществ, оползни, сели, массовая гибель сельскохозяйственных культур, изменение состояния биосферы и др., существенную роль играют атмосферные процессы в зоне ЧС. В этой связи, одной из проблем, подлежащих разрешению, является исследование процессов при искусственном воздействии на атмосферные воздушно-капельные аэрозоли.

Анализ последних исследований и публикаций. Неотъемлемой частью любых физико-химических исследований является эксперимент. Однако в вопросах исследования атмосферных процессов постановка натуральных экспериментов является сложной и энергоемкой задачей. В связи с этим, разработка лабораторных методов моделирования и экспериментального исследования физико-химических процессов в атмосферных аквааэрозолях при искусственном воздействии на них - является актуальной задачей. В НПО «Тайфун» [1] разработана аэрозольная камера объемом 3200 м³, предназначенная для исследования процессов рассеивания тумана методом коронного разряда. Большие объемы камеры позволяют реализовывать квазистационарные условия существования приземного тумана, однако такие объемы камеры значительно повышают затратность при постановке большой серии экс-

периментов и затрудняет моделирование параметров в верхних слоях атмосферы (пониженные давления и температура). В работе [2] предложена лабораторная установка с объемом камеры 0,08 м³. Аэрозоль в камеру подавали с помощью компрессора, что не позволяет создать стационарные условия воздушной среды. Исполнение камеры из оргстекла затрудняет регулировку давления и температуры в рабочем объеме. В работе [3] достаточно хорошо решён вопрос создания квазистационарного состояния атмосферного аэрозоля и проведения оптического контроля процесса каплеобразования. Вопросы моделирования параметров среды верхней атмосферы решён в работе [4]. Установка, работающая по принципу камеры Вильсона, дает возможность моделировать условия существования аквааэрозолей при пониженных давлениях и температуре, однако сложность исполнения и большие габариты позволяют исследовать только очень узкий спектр методов искусственного воздействия на воздушно-капельные аэрозоли.

Постановка задачи и её решение. Целью работы является разработка и создание лабораторной экспериментальной установки позволяющей исследовать и моделировать различные методы искусственного воздействия на атмосферные аэрозоли.

Необходимость создания в установке условий пониженного давления ($P=54$ кПа) определяет жёсткокаркасную герметизированную компоновку камеры. Для обеспечения возможности исследования электромагнитного излучения на атмосферные аэрозоли стенки камеры выполнены в металлическом исполнении. Объем камеры составляет 0,5 м³. Небольшой объём рабочей камеры позволяет размещать её в технических холодильных камерах для создания и поддержания в камере низких температур (до -20°C) на протяжении длительного времени проведения серии экспериментов.

Размещение элементов установки представлено на схеме рис. 1. В качестве генератора аэрозоля используется ультразвуковой диспергатор жидкости 1, обеспечивающий дисперсность ~ 10 мкм. Контроль давления, температуры и влажности осуществляется с помощью лабораторной метеостанции 2. Процесс каплеобразования и роста капель регистрируется гелий-неоновым лазером 3 типа ЛГН-2076, излучение которого вводится в камеру через окно 4 и направляется через зону активного воздействия на фотокатод контрольного фотоприёмника 5, в качестве которого выступает фотометрический фотоэлектронный умножитель типа ФЭУ-

79. В верхней части предусмотрено закрывающееся отверстие 6 для ввода диспергированных химических реактивов для реализации процесса искусственного осадкообразования методом химического воздействия. При исследовании электромагнитного метода осаждения атмосферных аквааэрозолей на дне камеры установлен генератор излучения СВЧ диапазона 7 в виде импульсного магнетрона с возможностью изменения длительности импульса от 0,05 мкс до 1 мкс. Рабочая частота СВЧ генератора составляет 10 ГГц, что позволяет создать необходимую напряженность электромагнитного поля в зоне непосредственного воздействия СВЧ-излучения для ионизации воздушной среды с последующим протеканием процессов каплеобразования. Регулировка длительности импульса и выходной мощности излучателя осуществляется контроллером 8.

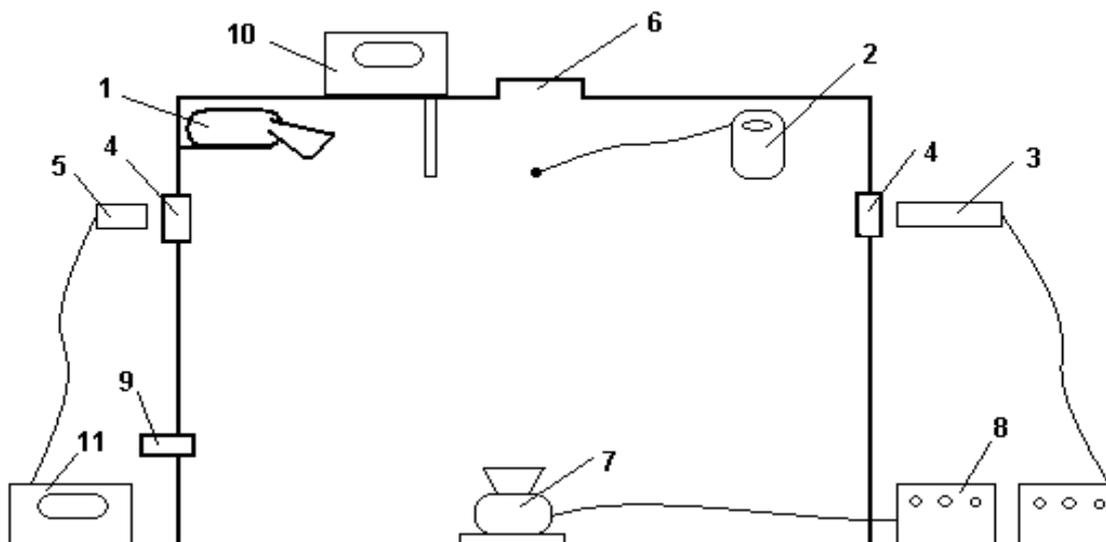


Рис. 1 – Схема лабораторной установки для моделирования процессов в атмосферных аквааэрозолях: 1 - ультразвуковой диспергатор жидкости; 2 - лабораторная метеостанция; 3 - лазер; 4 - окно; 5 - фотоприёмник; 6 - отверстие для ввода химических реактивов; 7 - генератор излучения СВЧ диапазона; 8 - контроллер; 9 - разъем для откачки воздуха; 10 - счетчик аэроионов; 11 - блок управления фотоэлектронного умножителя

Основываясь на том, что основным механизмом интенсификации осадкообразования электромагнитным излучением является конденсация пара и коагуляция капель на ионах, установка оборудована счётчиком аэроионов Сапфир–ЗК 10, который обла-

дает чувствительностью до $200 \text{ ед}\cdot\text{м}^{-3}$. Для определения напряжённости электромагнитного поля в зоне воздействия СВЧ-излучения генератор заранее откалиброван по длительности импульса и выходной мощности с помощью измерителя напряжённости электромагнитного поля TES-593.

Представленная на рис. 1 установка позволяет в широком диапазоне изменять физические параметры воздушной среды в зависимости от высоты моделируемого слоя атмосферы. Предложенные методы контроля дают возможность эффективно исследовать размер капель и динамику их роста. С помощью данной установки возможно исследовать процессы влияния на атмосферные аэрозоли засева зоны осаднения химически активными солями, влияния распыления хладоагентами, электромагнитного и ультразвукового излучения, коронного разряда и др.

Методика проведения экспериментальных исследований по искусственному инициированию осадков при использовании электромагнитного излучения (с помощью предложенной в работе установки) реализуется в следующей последовательности: Установка помещается в промышленную холодильную камеру с определённой для данной серии экспериментов температурой. Для удобства работы все контрольно-измерительные блоки можно вывести за пределы холодильной камеры. Через разъём 9 в лабораторной установке откачивается воздух до необходимого уровня разряжения. Температура и давление в камере контролируются лабораторной метеостанцией 2. Далее, с помощью диспергатора 1 в камере создается необходимая воздушно-капельная дисперсия. Плотность дисперсии контролируется либо оптическим методом лазером 3 и фотоприёмником 5, либо гигрометром 2. После установления квазистационарных условий, которые моделируют состояние аэрозолей в атмосфере, запускается СВЧ генератор 7 в режиме необходимых характеристик работы. Процесс ионизации (увеличение концентрации ионов) регистрируется с помощью счётчика аэроионов 10. Динамика процесса каплеобразования отслеживается на регистраторе блока управления фотоэлектронного умножителя 11.

Выводы. Разработана установка, позволяющая: моделировать условия образования и конденсации воздушно-капельных аэрозолей в атмосфере; исследовать динамику процессов в них при внешнем химическом и физическом воздействии; сформулировать представления о физико-химических механизмах процессов кон-

денсации (осадкообразования). Изложена методика проведения экспериментов по искусственному инициированию осадков при использовании электромагнитного излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин В.Б. Результаты испытаний электрофизического метода рассеивания тумана в большой аэрозольной камере НПО «Тайфун» / В.Б. Лапшин, М.А. Васильева, Н.В. Жохова и др. // Электронный научный журнал «Исследовано в России». - 2009. – № 719. - Режим доступа - <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2009/060.pdf>.
2. Лапшин В.Б. Экспериментальные исследования в лабораторных и натуральных условиях влияния коронного разряда на эволюцию дисперсности аэрозолей и плотность тумана / В.Б. Лапшин, А.А. Палей, М.Ю. Яблоков // Электронный научный журнал «Исследовано в России». - 2004. – Режим доступа - <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/200.pdf>.
3. Хмелёв В.Н. Экспериментальное исследование эффективности воздействия акустическими колебаниями ультразвуковой частоты на воздушно-капельные дисперсии / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, С.Н. Цыганок и др. // Вестник ТГТУ. - 2010. - Том 16. №3. – С. 632 – 642.
4. Крымский Г.Ф. Установка для исследования нуклеации водяных паров в искусственной атмосфере / Г.Ф. Крымский, В.В. Колосов, А.П. Ростов и др. // Оптика атмосферы и океана. - 2010.- № 9. – С. 820-825.
nuczu.edu.ua

Кустов М.В., Калугін В.Д.

Установка для моделювання процесів в атмосферних аквааерозолях

Представлено експериментальну установку, що дозволяє моделювати та досліджувати фізико-хімічні процеси в атмосферних аквааерозолях при штучному хімічному та фізичному впливі на них

Ключові слова: лабораторна експериментальна установка, аквааерозоль, параметри атмосфери, штучний вплив, електромагнітний випромінювач

Kustov M.V., Kalugin V.D.

Installation for modelling of processes in atmospheric aqua aerosols

The experimental installation is presented, allowing to model and investigate physical and chemical processes in atmospheric aqua aerosols at artificial chemical and physical influence on them

Key words: laboratory experimental installation, aqua aerosol, atmosphere parameters, artificial influence, an electromagnetic radiator

УДК 004.942:519.876

*Лыфарь В.А., канд. техн. наук, доц., СТИ ВУНУ,
Вамболь С.А., канд. техн. наук, зав. каф., НУГЗУ,
Угрюмов М.Л., д-р техн. наук, проф., НУГЗУ*

МЕТОД И МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСКОЛКОВ ПРИ ВЗРЫВАХ

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Э.Е.)

Представлен метод определения негативного влияния осколков при взрывах и расчетная модель, позволяющая вычислить вероятность возникновения эффекта «домино» для объектов повышенной опасности

Ключевые слова: модель, взрыв, осколки вероятность пробития

Постановка проблемы. При авариях на объектах повышенной опасности одно из самых опасных явлений - взрыв. Причем катастрофические последствия для крупных химических объектов могут наступать со сценарием по эффекту «домино». В этом случае относительно небольшой по масштабам взрыв или осколок, возникающий при механических поломках, могут быть причиной разлета осколков и пробития ими оборудования, в котором содержатся опасные вещества под давлением и в большом количестве. Дальнейшая разгерметизация может приводить к дальнейшим, значительно более опасным последствиям.

Анализ последних исследований и публикаций. Описание осколочного воздействия наиболее хорошо представлено в работах [1-2]. «Первичные осколки», образующиеся при разрывах оболочек сосудов высокого давления или внутренних взрывах в оборудовании, чаще всего имеют относительно большой размер и массу, но небольшую скорость (порядка нескольких сотен метров в секунду). Чаще всего они имеют плохо обтекаемую форму и в