

ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И. И. МЕЧНИКОВА

На правах рукописи

ЛЯЛИН Леонид Аркадьевич

ФОТОЭМИССИОННАЯ ЗАРЯДКА
СФЕРИЧЕСКИХ СЕДИМЕНТИРУЮЩИХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ОУ.04.14 - Теплофизика и молекулярная физика

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Одесса - 1994

ДВ 30.077

Работа выполнена на кафедре теплофизики Одесского государственного университета имени И.И.Мечникова.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник СУСЛОВ А.В.

доктор физико-математических наук, профессор КОНТУШ С.М.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор ШЕВЧУК В.Г.

кандидат физико-математических наук, доцент ДЫХАНОВ С.М.

Ведущая организация: Институт Электродинамики Национальной Академии Наук Украины (г.Киев).

Защита диссертации состоится "23" июня 1994 года в 14 часов на заседании специализированного Совета Д.068.24.03 по физико-математическим наукам (физика) в Одесском государственном университете имени И.И.Мечникова (270100, г.Одесса, ул.Петра Великого, 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского госуниверситета.

Автореферат разослан "12" мая 1994 года.

Ученый секретарь специализированного Совета кандидат физико-математических наук, доцент

СМУ

С.В.МАРТАШУК

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00756399 (\$)

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

AB-30.071

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Фотоэлектронная эмиссия с аэрозольных частиц, происходящая под действием внешнего источника излучения, играет важную роль в ряде прикладных задач физики аэродисперсных систем.

В частности, фотоэлектронная эмиссия с аэрозольных частиц, находящихся в земной атмосфере, под действием солнечного излучения может вызвать увеличение электрической проводимости воздуха, которая в определенных метеорологических условиях способствует росту электрического заряда на отдельных облачных каплях, росту напряженности электрического поля в облаке и переходу облака в грозовую стадию.

В ряде метеорологических ситуаций увеличение проводимости воздуха приводит к росту электрических потерь и снижению грозовой активности облаков.

В верхних слоях атмосферы аэрозольная фотоэмиссия является одним из факторов, определяющих концентрацию электронов и отрицательных ионов, от которых зависит способность ионосферы отражать радиоволны.

Аэрозольная фотоэмиссия может вносить заметный вклад в процессы, инициируемые появлением в воздушной среде электронов и отрицательных ионов: в образование кластерных ионов и радиолитических аэрозолей.

Наблюдения, проведенные вблизи крупных промышленных центров, показали, что в 1 см^3 воздуха содержится несколько сот фотоактивных частиц диаметром меньше 20 нм. По-видимому, с ростом выбросов антропогенного происхождения в атмосферу влияние аэрозольной фотоэмиссии на различные геофизические процессы будет неуклонно расти.

Изучение фотоэлектронной эмиссии используется для физико-химического анализа аэродисперсных систем, в частности, для идентификации аэрозольных частиц тяжелых металлов.

Таким образом, учитывая научную и практическую важность проблемы, следует считать актуальным выполнение экспериментальных и теоретических исследований, направленных на изучение процесса фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы в воздухе, а также аэродисперсной системы при нормальном атмосферном и пониженном давлении воздуха.

Цель работы состоит в экспериментальном и теоретическом исследовании процесса фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы и аэродисперсной системы (коллектива частиц). В связи с этим поставлены следующие задачи:

Экспериментальные исследования фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы.

Экспериментальные исследования фотоэмиссии в аэродисперсной системе (коллективе частиц).

Теоретическое описание процесса фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы.

Расчет некоторых параметров процесса фотоэмиссионной зарядки аэродисперсной системы.

Научная новизна. В работе впервые экспериментально исследована зависимость фотоэмиссионного изменения заряда от величины начального заряда на отдельной седиментирующей капле в воздухе, пролетающей зону засветки, при атмосферном давлении в области ее отрицательного и положительного заряда. Исследования проводились для капель водных растворов красителей трифенилметанового ряда. Экспериментально определены их квантовые выходы.

С целью приближения условий эксперимента к условиям земной атмосферы определена зависимость равновесной концентрации электронов от давления воздуха и зависимость средней равновесной фотоэмиссионной потери заряда каплей от давления воздуха. Аэродисперсная система находилась под воздействием внешнего Уф-излучения.

В области отрицательных и положительных зарядов частиц с единых методологических позиций получено уравнение фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы, определяющее зависимость величины фотоэмиссионного тока с частицы от величины ее заряда. При выводе уравнения использовался метод граничной сферы с учетом образования в воздушном пространстве, окружающем частицу, отрицательных ионов кислорода O_2^- и частичном упругом рассеянии потока электронов, испускаемых ее поверхностью, молекулами азота.

Получено аналитическое решение уравнения фотоэмиссионной зарядки отдельной частицы, определяющее зависимость величины ее заряда от времени нахождения в зоне засветки.

С учетом модели зарядки отдельной частицы рассчитаны равновесная концентрация электронов и равновесный заряд одной час-

тицы среднего радиуса в аэродисперсной системе, находящейся в зоне внешнего УФ-излучения при различном давлении воздуха.

Практическая ценность. Результаты работы углубляют современные представления о процессах зарядки отдельной частицы и аэродисперсной системы в условиях земной атмосферы.

Полученные результаты могут быть использованы в метеорологии, геофизике, технологических процессах, использующих зарядку частиц, а также для физико-химического анализа аэродисперсных систем методами фотоэмиссии.

Приведенная в работе расчетная схема может быть использована при исследовании других видов электронной эмиссии с аэрозольных частиц.

Основные научные положения выносимые на защиту

1. Экспериментальное исследование зависимости фотоэмиссионного изменения заряда седиментирующей капли от величины ее начального заряда в области отрицательного и положительного заряда при атмосферном давлении воздуха.

2. Экспериментальное определение величины квантового выхода для некоторых водных растворов красителей трифенилметанового ряда.

3. Экспериментальное определение зависимости величины заряда на отдельной седиментирующей капле от времени ее пребывания в зоне засветки при атмосферном давлении воздуха.

4. Экспериментальное определение зависимости равновесной концентрации электронов и среднего равновесного заряда на частице в аэродисперсной системе, находящейся во внешнем излучении, от величины давления воздуха.

5. Уравнение фотоэмиссионной зарядки отдельной сферической седиментирующей частицы в области ее отрицательного и положительного заряда. Аналитическое решение этого уравнения и анализ экспериментальных и расчетных результатов.

6. Расчет равновесной концентрации электронов и равновесного заряда на частице среднего радиуса в аэродисперсной системе, находящейся во внешнем излучении при различном давлении воздуха. Анализ экспериментальных и расчетных результатов.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на: Всесоюзной конференции "Физика и техника моно-

дисперсных систем" (г.Москва: 1988 г.); XIV и XV Всесоюзных конференциях "Актуальные вопросы физики аэродисперсных систем" (г.Одесса: 1986, 1989 гг.); Европейской Аэрозольной конференции (ФРГ, Карлсруэ: 1991 г.); XVI конференции стран СНГ по вопросам испарения, горения и газовой динамики дисперсных систем (г.Одесса: 1993 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 работ в виде научных статей и тезисов докладов.

Объем и структура работы. Содержание работы изложено на 165 страницах машинописного текста. Работа состоит из введения, шести глав, заключения и содержит 32 рисунка, 1 таблицу и библиографию из 102 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность рассматриваемой в диссертации проблемы, сформулирована цель исследования, его научная новизна и практическая ценность, представлены основные научные положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации работы.

В первой главе проведен обзор литературы по фотоэмиссионной зарядке аэродисперсных систем, показавший, что фотоэмиссия с аэрозольных частиц, содержащихся в атмосфере Земли, под действием излучения Солнца может влиять на естественное электрическое состояние воздуха и инициировать различные химические реакции.

Фотоэмиссионная зарядка частиц применяется в ряде экспериментальных методик, предназначенных для физико-химического анализа аэродисперсных систем.

В настоящее время нет детального экспериментального исследования процесса фотоэмиссионной зарядки отдельной частицы в воздухе. Экспериментальные исследования по фотоэмиссионной зарядке коллектива частиц носят, в основном, качественный характер.

Предлагаемые формулы для фотоэмиссионного тока с поверхности аэрозольной частицы пригодны лишь для вакуума. В них не отражено влияние воздушной среды на величину фототока.

С учетом современного состояния проблемы сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе приведены результаты экспериментального исследования фотоэлектронной эмиссии с отдельной сферической седиментирующей частицы при атмосферном давлении.

Для выяснения физического механизма фотоэмиссионной зарядки одиночной капли целесообразно проводить экспериментальные исследования при следующих условиях: $A_u > h\nu$; $h\nu > A_e$; $r \ll \ell_c$. Здесь A_u - работа ионизации газа, ν - частота излучения, в котором находится капля, h - постоянная Планка, A_e - работа выхода электрона с поверхности капли, r - радиус капли, ℓ_c - среднее расстояние между отдельными седиментирующими каплями. Эти условия говорят о том, что компоненты воздуха не фотоактивны и в условиях данного эксперимента положительных ионов нет. Расстояние между отдельными седиментирующими каплями велико и влиянием электростатического поля соседних капель на зарядку данной капли можно пренебречь.

Эти условия были реализованы в экспериментальной установке, блок-схема которой представлено на рис. I.

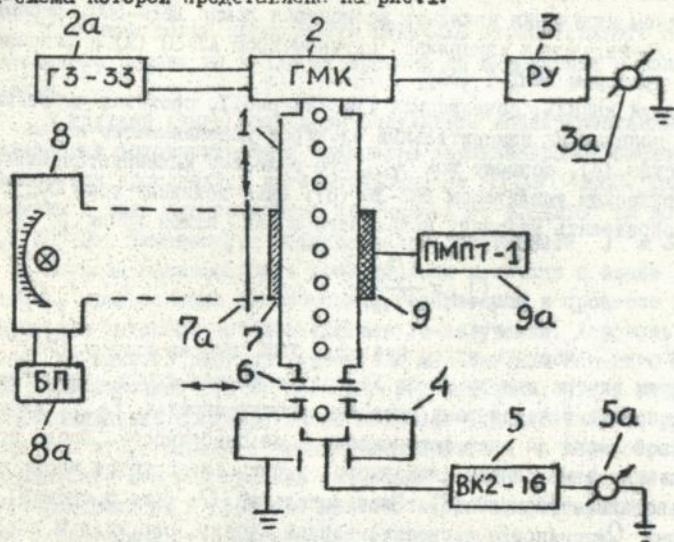


Рис. I. Блок-схема экспериментальной установки для исследования фотоэлектронной эмиссии с одиночных капель.

Установка состоит из кюветы (1), являющейся плоско-параллельным электростатическим экраном. В верхней части кюветы смонтирован генератор монодисперсных капель ГМК (2), питаемый от источника переменного напряжения ГЗ-33 (2а). Изменение начального заряда капель производится с помощью источника постоянного варьируемого напряжения РУ (3), величина которого контролируется индикатором (3а). В нижней части кюветы смонтирован улавливатель капель (4), представляющий собой "цилиндр Фарадея". Ток, создаваемый каплями, усиливается и фиксируется измерителем тока (5) с индикатором (5а). В качестве измерителя тока использовался прибор ВК2-16. Для измерения размеров капель служит пластина (6), покрытая двухслойной резиново-масляной пленкой, расположенная перед входом в улавливатель капель с возможностью ее извлечения. Полученные от ГМК капли через окно со светофильтром (7), которое может перекрываться шторкой (7а), облучаются источником ультрафиолетового (УФ) излучения (8), питаемого от блока питания (8а). Источником излучения являлась ксеноновая лампа ДКСЛ-500. Параметры потока УФ-излучения измерялись актинометром АТ-50 (9) и фиксировались прибором ПМПТ-1 (9а).

Струя капель, создаваемая ГМК (2) рис. 1, пролетая через кювету и попадая на измерительный электрод улавливающего капли устройства (4), создает ток $J_{ГМК}$. Его величина фиксируется электротометрическим усилителем ВК2-16 (5). Зная величину тока $J_{ГМК}$, можно определить величину начального заряда одной капли

$$Q_n = \frac{J_{ГМК}}{\nu_{ГМК}} \quad (1)$$

где $\nu_{ГМК}$ - частота колебаний иглы ГМК. Открыв шторку (7а), формируем внутри кюветы поток УФ-излучения известных параметров. Капля, пролетая через зону засветки протяженностью l_3 , изменяет свой заряд за счет фотоэмиссии с ее поверхности. После этого величина измененного (конечного) заряда фиксируется вновь с использованием формулы (1). Зная начальный Q_n (до засветки) и конечный Q_k (после засветки) заряды каплей, определяем изменение заряда за счет фотоэмиссии

$$\Delta Q = Q_n - Q_k \quad (2)$$

В ходе экспериментов были использованы родные растворы кристаллы трифенилметанового ряда с массовой концентрацией 0,5 %

и известными работами выхода электрона.

На рис.2 представлены экспериментальные зависимости фотоэмиссионного изменения заряда капли $\Delta Q = Q_n - Q_k$ с $r = 140$ мкм, оседающей через зону засветки, от величины ее начального отрицательного заряда Q_n . Горизонтальные участки кривых говорят о выходе фотоэмиссионного процесса с поверхности капли на состояние насыщения. Именно эти участки использовались для определения квантового выхода используемых растворов

$$\gamma = \frac{Q_n - Q_k}{\pi r^2 \Phi_0 e t_z} \quad (3)$$

где Φ_0 - интенсивность излучения, $t_z = \frac{l_z}{U_c}$ - время нахождения капли в зоне засветки, $l_z = 2 \cdot 10^{-2}$ м - длина зоны засветки, U_c - скорость седиментации капли, e - заряд электрона.

На рис.3 представлены аналогичные зависимости величины $\Delta Q = Q_k - Q_n$ от величины начального положительного заряда капли Q_n .

Получены также зависимости величины отрицательного и положительного заряда на капле от времени ее нахождения в зоне засветки.

В третьей главе приведены результаты экспериментального исследования фотоэлектронной эмиссии в аэродисперсной системе. Исследования проводились в термобарокамере STBV-1000. Давление воздуха в ходе экспериментов изменялось от 1.01310^5 Па до $6.7 \cdot 10^3$ Па. Температура поддерживалась постоянной $T = 300$ К.

Вначале проводились исследования величины и знака заряда капель, производимых центробежным генератором в процессе диспергирования жидкости без воздействия УФ-излучения. Аэрозоль создавался из водного раствора красителя малахитовая зелень с массовой концентрацией 0,5%. Исследования показали, что в результате распыливания раствора капли получают отрицательный заряд. Величина этого заряда с уменьшением давления в термобарокамере возрастает. Так как средний начальный заряд капли меняется, процесс фотоэмиссии в аэрозоле целесообразно охарактеризовать средней равновесной фотоэмиссионной потерей заряда капель

$$\Delta Q_{p1} = Q_{n1} - Q_{p1} \quad (4)$$

где Q_{n1} - средний начальный заряд капли, Q_{p1} - средний рав-

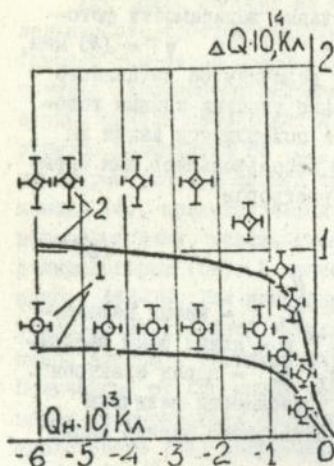


Рис. 2. Экспериментальные зависимости фотоэмиссионного изменения заряда ΔQ от величины начального отрицательного заряда Q_H для капель водных растворов красителей: 1 Φ - эритрозин; 2 Φ - родамин 6Г. Сплошные кривые - соответствующие расчетные зависимости.

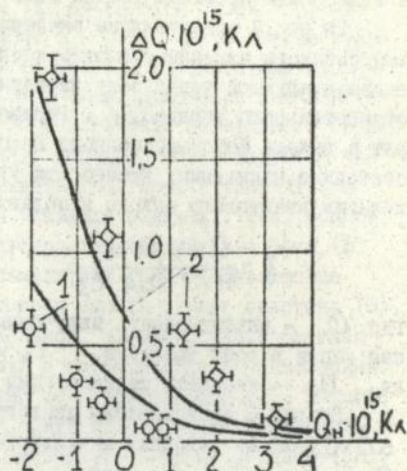


Рис. 3. Экспериментальные зависимости фотоэмиссионного изменения заряда ΔQ от величины начального положительного заряда Q_H для капель водных растворов красителей: 1 Φ - эритрозин; 2 Φ - родамин 6Г. Сплошные кривые - соответствующие расчетные зависимости.

новесный заряд капли, при котором облучаемая жидкокапельная фаза находится в равновесии с объемным зарядом электронов.

На рис. 4 представлены экспериментальные зависимости среднего начального заряда капли Q_{H1} от давления воздуха P и средней равновесной фотоэмиссионной потери заряда каплями ΔQ_{P1} от давления воздуха P .

В четвертой главе получено выражение для фотоэмиссионного тока с поверхности сферической седиментирующей частицы при атмосферном давлении воздуха.

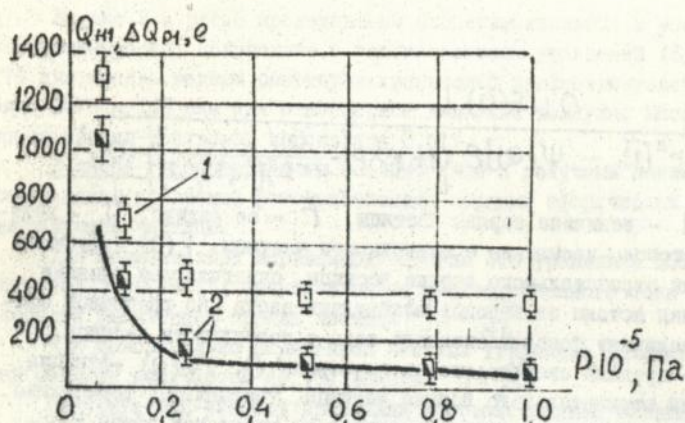


Рис. 4. 1 \square - экспериментальная зависимость среднего начального заряда капли $Q_{Н1}$ от давления воздуха P , 2 \square - экспериментальная зависимость средней равновесной фотоэмиссионной потери заряда каплями $\Delta Q_{р1}$ от давления воздуха P . Сплошная кривая - соответствующая расчетная зависимость.

При описании процесса фотоэмиссионной зарядки сферической седиментирующей частицы использовался метод граничной сферы. Частица окружалась концентрической сферой, находящейся от ее поверхности на расстоянии равном $\ell = \frac{v_{O_2} + v_e}{2}$, среднему между длиной свободного пробега отрицательного иона кислорода v_{O_2} и электрона v_e . Пространство, ограниченное поверхностью частицы и граничной сферой, названо кинетической зоной. Предполагается, что внутри кинетической зоны электроны и отрицательные ионы кислорода O_2^- движутся без взаимных столкновений, сталкиваясь с граничной сферой и поверхностью частицы. За пределами граничной сферы происходит фоторазрушение отрицательных ионов кислорода O_2^- внешним УФ-излучением, и перенос заряда от поверхности частицы в объем представляет собой диффузию электронов, происходящую в электростатическом поле частицы.

В результате решения диффузионной задачи получено выражение для фотоэмиссионного тока с поверхности отрицательно заряженной сферической частицы

$$J = \frac{QUF(Q)J_0}{\pi r^2 [\bar{U}_{O_2} - \psi(Q)] \epsilon_0 \left\{ 1 - \exp\left[-\frac{QU}{4\pi Df(Re, S_c)\epsilon_0 r}\right] \right\} + QU} \quad (5)$$

где Q - величина заряда частицы, r - ее радиус, J_0 - величина фототока насыщения с поверхности частицы, $F(Q)$ - функция величины отрицательного заряда частицы, определяющая влияние рассеяния потока электронов молекулами азота на граничной сфере на величину фотоэмиссионного тока с поверхности частицы,

\bar{U}_{O_2} - средняя скорость ионов кислорода O_2^+ , $\psi(Q)$ - функция величины отрицательного заряда частицы, учитывающая торможение потока отрицательных ионов кислорода от граничной сферы к поверхности частицы в ее электростатическом поле, ϵ_0 - электрическая постоянная, U и D - соответственно подвижность и коэффициент диффузии электронов, $f(Re, S_c)$ ветровой множитель, учитывающий влияние движения среды на скорость диффузионного переноса заряда, являющийся функцией чисел Рейнольдса Re и Шмидта S_c .

При выводе выражения для фотоэмиссионного тока с поверхности положительно заряженной сферической частицы учитывалось, что в области положительного заряда $F(Q) = 1 - \sigma_{N_2}$ - становится постоянной величиной, где σ_{N_2} - половина вероятности столкновения электрона, испущенного поверхностью частицы с молекулой азота на граничной сфере и $\psi(Q) = 0$

$$J = \frac{QU(1 - \sigma_{N_2})J_0}{\pi r^2 \bar{U}_{O_2} \epsilon_0 \left\{ \exp\left[\frac{QU}{4\pi Df(Re, S_c)\epsilon_0 r}\right] - 1 \right\} + QU} \quad (6)$$

Фотоэмиссионный ток с нейтральной частицы найден как предел (5) или (6) при $Q \rightarrow 0$

$$J = \frac{4Df(Re, S_c)(1 - \sigma_{N_2})J_0}{r\bar{U}_{O_2} + 4Df(Re, S_c)} \quad (7)$$

На рис.2 и рис.3 представлены экспериментальные и расчетные зависимости, полученные с использованием уравнений (5)... (7) для капель водных растворов красителей трифенилметанового ряда с $r = 140$ мкм при атмосферном давлении воздуха. Массовая концентрация растворов составляла 0,5 %.

В пятой главе проведены исследования и получены аналитические решения уравнений фотоэмиссионной зарядки сферической седиментирующей частицы.

Для отрицательно заряженной частицы это уравнение может быть получено из (5) представлением фотоэмиссионного тока как скорости уменьшения заряда частицы $J = -\frac{dQ}{dt}$.

Для положительно заряженной частицы уравнение фотоэмиссионной зарядки получается из (6) заменой $J = \frac{dQ}{dt}$.

Результатами решений уравнений фотоэмиссионной зарядки являются зависимости заряда частицы от времени ее пребывания в зоне засветки. Сравнение экспериментальных и расчетных результатов показало их удовлетворительное соответствие.

В шестой главе проведен анализ процесса фотоэмиссионной зарядки аэродисперсной системы при нормальном атмосферном и пониженном давлении воздуха. В результате диспергирования капли получали начальный отрицательный заряд. Опыты показали, что в результате фотоэлектронной эмиссии равновесный заряд капель остается отрицательным.

В работе получено условие равновесия заряда капли Q_1 среднего радиуса \bar{r}_1 с объемным зарядом электронов

$$F(Q_1)J_{o1} - \pi(\bar{r}_1 + \ell_1)^2 e n_{\infty 1} [\bar{U}_0 - \psi(Q_1)] \exp\left[-\frac{Q_1 U}{4\pi D + (R_e, S_c) \epsilon (\bar{r}_1 + \ell_1)}\right] = 0, (8)$$

где $n_{\infty 1}$ - концентрация электронов в объеме аэродисперсной системы, формируемая фотоэмиссионным процессом с коллектива капель. В условиях экспериментов с аэрозолям $f(R_e, S_c) \approx 1$. Ширина кинетической зоны ℓ_1 возрастает с уменьшением давления воздуха. Величина фототока насыщения J_{o1} с поверхности капли среднего радиуса \bar{r}_1 определяется с учетом ослабления интенсивности излучения лампой каплями тумана. Концентрация капель n_k оценивалась ее значением в аэрозольном потоке, создаваемом генератором

Лит. м. В. Стефанов
АН УССР

$$n_k = \frac{W_{жк}}{\frac{4}{3} \pi \bar{r}_1^3 W_{\epsilon 03}} \quad (9)$$

где $W_{жк}$ и $W_{\epsilon 03}$ соответственно объемный расход жидкости и воздуха в генераторе.

Концентрация электронов $n_{\infty 1}$ и заряд капли Q_1 связаны между собой условием сохранения полного заряда в системе

$$en_{\infty 1} = (Q_{н1} - Q_1)n_k, \quad (10)$$

где $Q_{н1}$ — начальный заряд на капле, определяемый экспериментально рис. 4.

Решая численно систему уравнений (8)...(10), получаем зависимость равновесного заряда $Q_{р1}$ на капле среднего радиуса \bar{r}_1 от величины ее начального заряда $Q_{н1}$ и зависимость равновесной концентрации электронов $n_{р1}$ от величины начального заряда $Q_{н1}$.

Начальный заряд на капле, возникающий в процессе диспергирования жидкости, зависит от давления воздуха в термобарокамере P , поэтому расчетные результаты представлены в виде зависимости равновесной (фотоэмиссионной) потери заряда на капле $\Delta Q_{р1} = Q_{н1} - Q_{р1}$ от давления воздуха P и равновесной концентрации электронов $n_{р1}$ от давления воздуха P .

На рис. 4 представлены экспериментальные зависимости и расчетная зависимость. Результаты получены для аэрозоля водного раствора красителя малахитовая зелень с массовой концентрацией 0,5%. Средний радиус капли составлял $\bar{r}_1 = 13,8$ мкм. Заряд капли измерялся в элементарных зарядах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

I. Экспериментально найдены квантовые выходы для ряда водных растворов красителей трифенилметанового ряда при длине падающего излучения $\lambda = 210$ нм и ширине спектрального участка $\Delta\lambda = 10$ нм. Для капель этих же растворов с $r = 140$ мкм получены экспериментальные зависимости фотоэмиссионного изменения величины заряда седиментирующей через зону засветки капли от величины ее начального заряда, а также зависимости заряда капли от

времени ее нахождения в зоне засветки.

2. Проведено экспериментальное исследование фотоэлектронной эмиссии в аэрозоле, полученном диспергированием водного раствора красителя малахитовая зелень с массовой концентрацией 0,5 % при атмосферном и пониженном давлении воздуха. Показано, что в результате диспергирования капли получают начальный отрицательный заряд. С уменьшением давления воздуха в термобарокамере средний начальный заряд капли, среднее равновесное фотоэмиссионное изменение ее заряда и равновесная концентрация электронов в объеме возрастают.

3. При теоретическом описании процесса фотоэлектронной эмиссии с поверхности сферической седиментирующей частицы получены аналитические выражения для фотоэмиссионного тока с поверхности частицы. Сравнение экспериментальных и расчетных результатов показало их удовлетворительное соответствие.

4. Решено уравнение заряда частицы и найдены зависимости заряда частицы от времени ее пребывания в зоне засветки. Сравнение экспериментальных и расчетных результатов показало их удовлетворительное соответствие.

5. Получена система уравнений, позволяющая определять зависимость равновесного заряда на частице среднего радиуса и равновесной концентрации электронов в объеме от давления воздуха при фотоэмиссионной зарядке аэродисперсной системы. Сравнение экспериментальных и расчетных результатов показало их удовлетворительное соответствие.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих публикациях.

1. Суслов А.В., Лялин Л.А., Позитун С.А. Определение коэффициента взаимодействия фотоэлектронов с газовой средой // Актуальные вопросы физики аэродисперсных систем: Тез. докл. на XIV Всесоюз. конф. 29 сентября - 2 октября 1986. - Одесса, 1986. - Т. I. - С. 66.

2. Лялин Л.А., Суслов А.В. Фотоэмиссия электронов из положительно заряженной аэрозольной частицы // Труды Моск. энерг. ин-та. - 1987. - № 149. - С. 110-114.

3. Лялин Л.А., Позитун С.А., Суслов А.В. Влияние газовой среды на фотоэмиссию электронов с аэрозольной частицы, несущей отрицательный заряд // Труды Моск. энерг. ин-та. - 1987. - № 149. - С. 115-121

4. Суслев А.В., Лялин Л.А. Свойства монодисперсных мет...
монодисперсных систем: Тез. докл. на Всесоюз. конф. 10-11 сеп-
тября 1988. - Москва, 1988. - С.71-72.
5. Лялин Л.А., Суслев А.В. Фотоэмиссия жидких аэрозольных
частиц //Труды Моск. энерг. ин-та. - 1988. - № 185. - С.63-69.
6. Лялин Л.А., Суслев А.В. Кинетика фотоионизационной зар-
ядки аэрозольных частиц //Актуальные вопросы физики аэродисперс-
ных систем: Тез. докл. на XV Всесоюз. конф. 26-29 сентября
1989. - Одесса, 1989. - Т. I. - С.134.
7. Лялин Л.А., Суслев А.В. Кинетика фотоионизационной зар-
ядки аэрозольных частиц //Труды Моск. энерг. ин-та. - 1990. -
№ 232. - С.39-43.
8. Лялин Л.А., Суслев А.В. Фотоионизационная зарядка моно-
дисперсных аэрозольных частиц при атмосферном давлении //Инже-
нерно-физический журнал. - 1991. - Т.60, № 4. - С.603-610.
9. Suslov A.V., Lyalin L.A. Study of photoionization of
an aerosol particle //European Aerosol Confe-
rence. Karlsruhe, Germany 16-20 September 1991. - P. 265.
10. Лялин Л.А., Суслев А.В. Фотоэмиссионная зарядка аэро-
золей //XVI конф. стран СНГ по вопросам испарения горения и га-
зовой динамики дисперсных систем: Тез. докл. 21-24 сентября
1993. - Одесса, 1993. - С.23.

Лялин