

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПЫЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ КАВИТАЦИОННЫМ СПОСОБОМ

Коровина Н.В., Муравлев Е.В., Кудряшова О.Б.

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, г. Бийск

Во многих практических приложениях необходимо создавать облако мелкодисперсных частиц, быстро распространяющееся в пространстве. Это – задачи дезинфекции, пожаротушения и т.п. Постоянно происходит поиск новых методов создания таких аэрозолей с наименьшими затратами энергии и не требующих сложных приспособлений. Также важно знать, как быстро частицы аэрозоля распространятся по пространству помещения и какая концентрация будет достигнута. В работе рассматривается задача распыления и распространения в пространстве мелкодисперсных аэрозолей с помощью специальных конструкций распылителей, реализующих режим кавитации. Для этих распылителей показана роль кавитации в получении жидкостного аэрозоля. Предложена математическая модель, описывающая процессы генезиса аэрозольного облака. Получены оценки критического давления для развития кавитации, скорости истечения, результирующих размеров капель, коэффициента эффективной конвективной диффузии частиц. Экспериментальные исследования дисперсности и концентрации аэрозольных частиц проводились с помощью оптических методов измерений. Представлены результаты дисперсных параметров аэрозоля в процессе возникновения и распространения облака аэрозоля, образованного при кавитационном распылении жидкостей.

Ключевые слова: кавитация, аэрозоль, распыление.

ВВЕДЕНИЕ

В ряде практических задач при создании облака аэрозоля требуется получение капель с максимально высокой дисперсностью и удельной поверхностью. При аэродинамическом распылении капель происходит уменьшение их размеров за счет динамического разрушения потоком набегающего воздуха. Чем выше скорость истечения, тем сильнее дробятся капли. Однако такой традиционный способ создания аэрозолей имеет теоретический предел по размеру результирующих капель в зависимости от скорости истечения струи [1]. Существует возможность получения мелкодисперсного аэрозоля даже при относительно небольших скоростях истечения и затратах энергии на распыление. Такая возможность показана авторами в работах [2,3] на примере импульсного генератора, использующего энергию ВЭМ. В работах показано, что уменьшение размеров капель, по сравнению с аэродинамическими способами распыления, при импульсной генерации возможно благодаря явлению кавитации.

В работе [4] показано, что в любой конструкции распылителей, создающих условия для кавитации жидкости (например, в конструкции, описанной в работе [5]), возможно получение мелкодисперсного аэрозоля даже при небольших затратах энергии и скорости истечения жидкости.

Полученное облако мелкодисперсного аэрозоля эволюционирует во времени и распространяется в пространстве. Закономерности распространения час-

тиц аэрозоля в пространстве представляют интерес при решении ряда практически важных задач. В качестве примеров можно привести пылеподавление в угольных шахтах, тушение пожаров в замкнутых помещениях распыливанием хладоагента, очистка и озонирование воздуха, фотокаталитическая нейтрализация токсичных газов, образующихся при авариях на предприятиях химической промышленности, а также в результате террористических актов с применением отравляющих веществ и т. д. [6].

Цель работы – определить оптимальные режимы кавитационного распыления жидкости для получения мелкодисперсных аэрозолей; найти закономерности распространения полученного аэрозоля в пространстве.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим следующие конструкции распылителей, реализующих кавитационный режим.

1. Гидравлический распылитель с арочной насадкой (рисунок 1а). Поток жидкости под давлением попадает в арку насадки с двух сторон, создавая два встречных потока, движущихся с одинаковой скоростью V_0 . Из-за взаимодействия этих потоков происходят колебания, затем жидкость вытекает из прямоугольного отверстия.

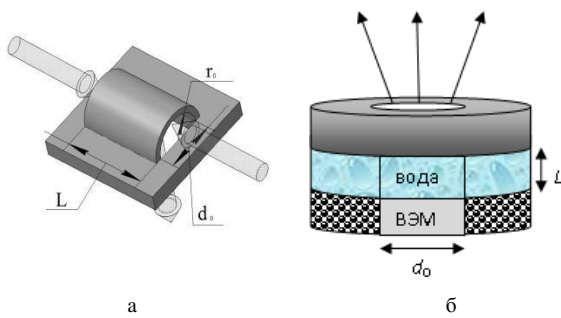


Рис. 1. Схема арочной насадки в конструкции гидравлического распылителя (а), схема конструкции импульсного распылителя (б): в нижней части цилиндрического корпуса расположен заряд взрывчатого вещества; слой воды ограничен разрушающимися при взрыве мембранами

2. Конструкция импульсного распылителя с использованием энергии ВЭМ (рисунок 1б). Через достаточно широкое отверстие в верхней части корпуса, диаметр которого, однако, меньше диаметра цилиндра, происходит истечение жидкости под действием давления газов-продуктов реакции ВЭМ.

В обеих конструкциях распылителей, как показано в работе [4], при определенных условиях реализуется режим кавитации жидкости. Это приводит к уменьшению размеров частиц получаемого аэрозоля.

При численном моделировании взаимодействия встречных соосных потоков жидкости в конструкции с арочной насадкой в работе [7] обнаружен автоколебательный режим с максимумом амплитуды при соотношении геометрических параметров насадки $L/d_0=2$. При этом амплитуда скорости составляет $A=V_x/V_0=5\div 6$, где V_x – максимальная поперечная компонента скорости, V_0 – скорость потока на входе в насадку.

Относительное колебательное смещение частиц при реализации таких автоколебаний составит:

$$Z = \frac{V_x}{\omega L}, \quad (1)$$

где $\omega=2\pi f$ – круговая частота колебаний.

В [4] получено выражение для минимального давления в системе, при котором наступает режим кавитации жидкости:

$$p \geq p_{cr} = \frac{A^2 p_0 - p_s}{A^2 - 1}, \quad (2)$$

где p_s – давление насыщенных паров жидкости.

В работах [2,3] рассмотрен процесс генерации аэрозоля при использовании импульсного распылителя. При срабатывании заряда ВВ в слое жидкости создается ударная волна, вырождающаяся в серию акустических резонансных колебаний с длиной

волны $\lambda=L$, частотой $f = \frac{c}{L}$, где c – скорость звука.

Относительная амплитуда смещения в волне составит:

$$Z = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{QM_{HEM}}{M}}, \quad (3)$$

где Q – энергия взрывчатого превращения ВЭМ, M_{HEM} – масса ВЭМ, M – масса жидкости. Максимальное давление, создаваемое в жидкости взрывом ВЭМ, оценивается в приближении о мгновенной детонации,

как $p = \frac{QM_{HEM}}{V_{HEM}} \frac{\gamma_{HEM} - 1}{\gamma_{HEM}}$, где V_{HEM} – объем взрыв-

ной камеры, γ_{HEM} – показатель адиабаты продуктов сгорания.

С учетом коэффициента сжатия $\varepsilon=S_1/S_2$, где S_1 – площадь соплового отверстия, S_2 – площадь сечения цилиндра по внутреннему диаметру, получено выражение для критического давления кавитации в случае импульсного распылителя:

$$p \geq p_{cr} = \frac{p - p_s(1 - \varepsilon^2)}{\varepsilon}. \quad (4)$$

В обеих рассматриваемых конструкциях генерируются акустические колебания, создающие условия для возникновения кавитации. Покажем, следуя [2,3], какой размер капель следует ожидать в этом случае.

В фазе разгрузки звуковой волны в жидкости возникает разрыв шириной Z , в котором накапливаются пары. Следующая затем фаза сжатия вызывает образование шарообразного пузырька диаметром D_{cav} , заполненной парами жидкости. Размер кавитационного пузырька пропорционален смещению в волне: $D_{cav}=kZL$, где k – индекс кавитации, равный отношению объема кавитационных пузырьков W_{allcav} к объему жидкости W_{liq} : $k= W_{allcav}/W_{liq}$. По данным [8] в режиме развитой кавитации коэффициент $k=0,2\div 0,3$.

В условиях непрерывного истечения кавитационные пузырьки не схлопываются, а расширяются [8]. Попадая в атмосферу, кавитационный пузырек, несущий на себе слой жидкости, увеличивается до некоторого максимального размера D_{max} , после чего разрушается.

Минимальное давление в пузырьке перед разрушением можно вычислить из соотношения равенства внутренней энергии пара в пузырьке и поверхностной энергии:

$$p_{min} = \frac{6\sigma}{D_{max}}. \quad (5)$$

где σ – поверхностное натяжение.

Для определения D_{max} из балансовых соотношений для несомой пузырьком массы воды и выражения для адиабатического расширения паров в [4] получено трансцендентное уравнение:

$$D_{max} = kZL \left(\frac{pD_{max}}{6\sigma} \right)^{\frac{1}{6\gamma}}. \quad (6)$$

где γ – показатель адиабаты паров жидкости.

В предположении, что минимальный размер полученной капли будет равен толщине слоя жидкости при разрушении кавитационного пузырька получено выражение для минимального диаметра капли:

$$D_{drop} = \frac{kZL}{2} \left[\left(\frac{1-k}{k} + \frac{p}{p_{min}} \right)^{1/3\gamma} - \left(\frac{p}{p_{min}} \right)^{1/3\lambda} \right]. \quad (7)$$

С учетом (5) выражение (7) позволяет определить зависимость минимального диаметра капли от давления p , относительной амплитуды смещения в волне Z , толщины кавитируемого слоя жидкости L , поверхностного натяжения σ . Амплитуда смещения рассчитывается для арочной насадки в соответствии с выражением (1), для импульсного распылителя – (3).

Выражение (7) позволит определить лишь минимально возможный размер капли при кавитационном распылении. Давление в конструкции, индекс кавитации может меняться в процессе распыления (в импульсном генераторе давление падает по мере истечения жидкости). При разрушении пузырька капли могут получиться в несколько раз более крупными, чем толщина его жидкостной стенки.

Предложенный механизм образования капель принципиально отличается от хорошо изученного механизма, который реализуется при динамическом разрушении струй сплошной жидкости в традиционных конструкциях форсунок и распылителей. Такой механизм заключается в разрушении струй под действием набегающего потока воздуха. При этом размер капель зависит, прежде всего, от скорости движения струи относительно воздуха и от свойств жидкости (вязкость, поверхностное натяжение).

Значение критического давления зависит от давления насыщенных паров и амплитуды созданных автоколебаний. Для арочной конструкции при $A=1$ колебания отсутствуют, и кавитация не возникает. При $A \rightarrow 5$ достаточно минимального превышения гидростатического давления над атмосферным (3-5 %) для успешного создания кавитации. Для конструкции импульсного распылителя: при узком отверстии требуются более высокие уровни давления для создания кавитации, так как скорость истечения ниже, чем при относительно более широком отверстии.

Рисунок 2 показывает среднеарифметический диаметр частиц D_{10} , измеренный в распыле арочной насадке при различных значениях давления воды (от 6 до 18 атмосфер) и в распыле импульсного генератора при двух значениях давления (50 и 110 атмосфер), а также расчетные значения минимального диаметра капель в соответствии с приведенной выше математической моделью. В эксперименте используется авторский дистанционный метод измерения концентрации и функции распределения частиц по размерам, основанный на модификации метода малоуглового рас-

сеяния зондирующего излучения [9]. Данный метод позволяет определить концентрацию и распределение частиц аэрозоля по размерам с высоким временным разрешением.

Так как математическая модель дает оценку снизу для размеров капель, то результаты расчетов и эксперимента можно считать удовлетворительными. Дисперсность распыла можно объяснить кавитационным механизмом образования капель; известный механизм динамического разрушения струй в воздухе [1] дает оценки размеров капель в десятки и сотни микрометров, причем, чем ниже давление в системе, тем ниже скорость струи и крупнее капли, чего мы не наблюдаем в эксперименте. Напротив, предложенная математическая модель позволяет объяснить экспериментальные результаты.

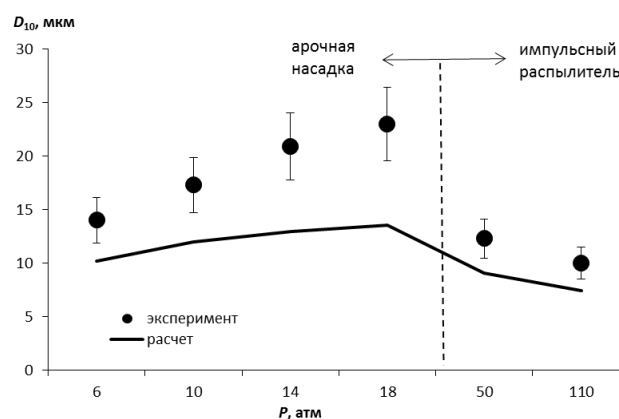


Рисунок 2 – Среднеарифметический диаметр капель воды при распылении двумя типами кавитационных распылителей при разных давлениях: эксперимент (точки) и расчет минимального диаметра капель (кривая)

Как эксперимент, так и расчеты позволяют сделать вывод, что распылитель с арочной насадкой дает несколько менее дисперсный распыл, чем импульсный генератор. Рост давления при этом приводит к увеличению размера капель. Как видно из рисунка 2, кривая $D_{drop}(p)$ имеет максимум. Гидравлические форсунки работают при более низких значениях давления, чем создаются в импульсном распылителе. Поэтому для форсунки с арочной насадкой можно рекомендовать использование более низких давлений жидкости при распыле, если целью является уменьшение размеров капель.

Давления, реализуемые в импульсном распылителе с использованием энергии ВЭМ, напротив, находятся на ниспадающей части кривой $D_{drop}(p)$. Но уменьшение размеров капель на этом участке кривой не столь значительное, поэтому дисперсность распыла слабо зависит от заданного давления. В целом, импульсный распылитель дает более тонкий распыл, чем устройство с арочной насадкой.

В любом случае, при использовании распылителей кавитационного типа можно достичь более тонкого

распыла, чем при использовании традиционных форсунок при тех же затратах энергии (уровнях давления в системе). Достаточно лишь обеспечить выполнение условий создания кавитации (уравнения (2) или (4) в зависимости от типа распылителя).

Итак, при кавитационном распылении получено облако мелкодисперсного аэрозоля. Рассмотрим движение капель в пространстве.

Будем считать, что процесс распространения образующихся аэрозольных частиц протекает в две стадии – образование первичного мелкодисперсного аэрозольного облака и его эволюция за счет диффузии и гравитационного осаждения частиц.

Для оценки размеров первичного облака частиц примем следующую модель [11]. Рассмотрим массу распыливаемой жидкости M в виде сферы радиусом R_l . Частицы разлетаются с начальной скоростью u_{p0} в неподвижном воздухе в виде симметричного сферического облака.

Уравнение движения частицы диаметра D имеет вид:

$$\frac{2}{3} \pi \rho_p D^3 \frac{du_p}{dt} = -\pi D^2 C_D \frac{\rho u_p^2}{2}, \quad (8)$$

где ρ_p , ρ – плотность жидкости и воздуха соответственно; u_p – скорость частицы; C_D – безразмерный коэффициент сопротивления. Решая уравнение (8) относительно скорости частицы, а затем интегрируя скорость по времени, получим расстояние r , пройденное частицей. В работе [10] проведен расчет расстояния $r(t)$ для следующих исходных данных:

$\rho_p = 10^3 \text{ кг/м}^3$; $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$; $\mu = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $u_{p0} = 340 \text{ м/с}$; $M = 6 \text{ г}$ (рисунок 3). При этом мы получаем $r_0(t_{max})$ такое, что $u_p(t_{max}) = 0,01 u_{p0}$ (частица полностью затормозится в воздухе).

На рисунке 3 приведены зависимости $r(t)$ для частиц разных размеров, рассчитанные по уравнению (8). Здесь же приведены экспериментально измеренные методом скоростной видеосъемки значения расстояния (точки на графике). Из сопоставления расчетных и экспериментальных данных следует, что распространение видимого фронта аэрозольного облака соответствует движению частиц радиусом $r_p \approx 15 \text{ мкм}$.

После образования первичного облака частиц радиусом r_0 происходит его эволюция за счет гравитационного осаждения частиц и их диффузии.

Скорость осаждения частицы диаметра D и плотностью ρ_p в среде с вязкостью μ и плотностью ρ определяется формулой Стокса:

$$u_s = \frac{D^2 g}{18 \mu} (\rho_p - \rho), \quad (9)$$

где g – ускорение свободного падения.

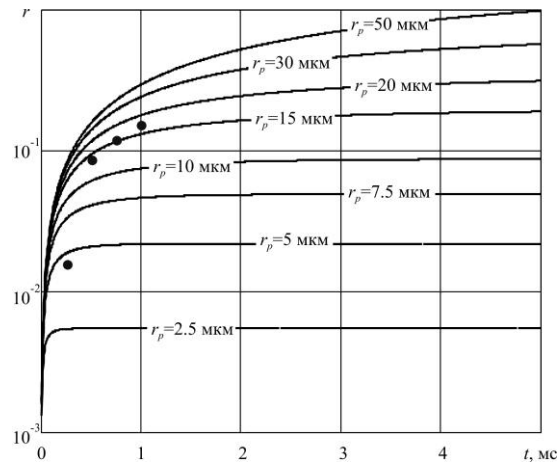


Рис. 3. Зависимость пройденного частицами разных размеров расстояния от времени

Для оценки времени диффузионного распространения частиц в пространстве, необходимо решить задачу о диффузии аэрозоля и экспериментально определить коэффициент диффузии. В сферическом приближении задачу о диффузии аэрозоля можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{k_D}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial c}{\partial t} \right), \quad (10)$$

с начальными и граничными условиями:

$$t=0, \quad c=c_0 \text{ при } r < r_0; \quad c=0 \text{ при } r > r_0,$$

$$r=0: \frac{\partial c}{\partial t} = 0; \quad r \rightarrow \infty: \frac{\partial c}{\partial r} = 0,$$

где c_0 – массовая концентрация в первичном облаке радиусом r_0 , который вычисляется при решении задачи о начальном разлете капли, $c_0 = \frac{3M}{4\pi r_0^3}$, r – радиальная координата, t – время; k_D – коэффициент диффузии; M – масса распыливаемой жидкости.

Решение уравнения диффузии имеет следующий вид:

$$C = \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{r - r_0}{2\sqrt{k_D t}} \right) - \frac{2}{r} \sqrt{\frac{k_D t}{\pi}} \exp \left(-\frac{(r - r_0)^2}{4k_D t} \right) \right\} - \quad (11)$$

$$\operatorname{erfc} \left(\frac{r + r_0}{2\sqrt{k_D t}} \right) + \frac{2}{r} \sqrt{\frac{k_D t}{\pi}} \exp \left(-\frac{(r + r_0)^2}{4k_D t} \right)$$

где $C(r,t) = c/c_0$ – безразмерная концентрация.

На рисунке 4 приведено распределение концентрации водного аэрозоля, по горизонтальной пространственной координате, расчетные кривые (выражение (11)). Расчет сделан для значения коэффициента диффузии $k_D = 0,002 \text{ м}^2/\text{с}$, что в ~ 1000000 раз больше коэффициента броуновской диффузии, рассчитанной для капли, диаметром 15 микрон при нормальных условиях в воздухе; такое значение коэффициента эффективной конвективной диффузии получено

экспериментально для частиц водного аэрозоля с характерными размерами 10-15 мкм. Как видно из расчетов, концентрация аэрозоля в пространстве в результате процессов конвективной диффузии частиц выравнивается в течение нескольких минут. Выравнивание происходит тем быстрее, чем мельче частицы аэрозоля.

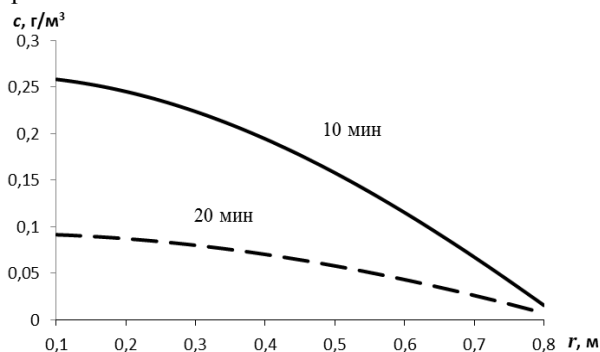


Рис. 4. Распределение концентрации водного аэрозоля в зависимости от горизонтальной координаты: 10 минут, 20 минут после создания первичного облака аэрозоля

В таблице 1 приведены значения времени гравитационного осаждения, времени и расстояния торможения каплей воды разного радиуса.

Табл. 1. Характерные времена осаждения, торможения в воздухе и перемещения каплей воды до полной остановки в результате торможения, рассчитанные по приведенной выше модели

D, мкм	Время осаждения, с	Время торможения, с	Перемещение, м
2	12500	0,0001	0,0014
10	500	0,002	0,019
20	125	0,005	0,057
30	55	0,009	0,11
40	31	0,016	0,16
50	20	0,024	0,23

Из решения задачи о диффузии взвешенных частиц, сосредоточенных в начальный момент времени в точке, получена формула для расчета среднего расстояния \bar{r} , проходимого частицей в течение времени t [11]:

$$\bar{r} = \sqrt{6k_D t}, \quad (12)$$

Полагая $\bar{r} = H / 2$, где H – расстояние, пройденное частицей в результате диффузии, из (12) можно оценить характерное время диффузии:

$$\bar{\tau}_d = \frac{\bar{r}^2}{5k_D} = \frac{H}{24k_D}, \quad (13)$$

Среднюю скорость диффузии частиц можно оценить по формуле:

$$\bar{u}_d = \frac{\bar{r}}{\tau_d} = \frac{H}{2\tau_d} = \frac{12k_D}{H}, \quad (14)$$

Сравнение результатов для гравитационного осаждения (9) и диффузии (13), (14) приведено в таблице 2 (для $H=2$ м).

Табл. 2. Скорости и характерные времена гравитационного осаждения и диффузии для различных размеров частиц

D, мкм	u_0 , мм/с	\bar{u}_d , мм/с	τ_{gs} , с	$\bar{\tau}_d$, с
2	0,12	10	12500	103
10	3,0	10	500	103
20	12,0	10	125	103
30	27,0	10	55	103
40	48,0	10	31	103
50	75,0	10	20	103

Из таблицы 2 следует, что для капель воды радиусом более 15–25 мкм, характерные времена и скорости для гравитационного осаждения и диффузии имеют одинаковый порядок, но для рассматриваемых аэрозолей, полученных импульсным способом (характерный диаметр частиц, порядка 8-12 мкм) время осаждения много больше времени диффузии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретически показано, что наличие акустических колебаний в распыляемой среде способствует развитию кавитации. Кавитированная жидкость при истечении в воздух распадается на более мелкие капли, чем это возможно при истечении сплошной жидкости. Высокая удельная поверхность капель достигается при меньших затратах энергии.

Представлены результаты экспериментального исследования дисперсности аэрозоля, полученного с помощью рассматриваемых конструкций распылителей. Характерный диаметр частиц водного аэрозоля составил около 10-30 мкм в зависимости от особенностей конструкции распылителей и режимов их работы. Решена задача о движении частиц аэрозоля с диаметром 15 мкм и начальной скоростью 340 м/с из сопла распылителя. Теоретически и экспериментально показано, что максимальное расстояние перемещения мелких частиц до полной остановки в результате торможения в воздухе не превышает 16 см; время торможения – порядка миллисекунд. Дальнейшее распространение происходит с помощью конвективной диффузии.

Предложена физико-математическая модель конвективной диффузии для мгновенного источника конечных размеров. Рассчитаны величины характерных времен диффузии и гравитационного осаждения.

Работа выполнена при использовании приборной базы Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Основы техники распыливания жидкостей. – 1984. – 254 с.
2. Kudryashova O. B. et al. Physicomathematical modeling of explosive dispersion of liquid and powders // Propellants, Explosives, Pyrotechnics. – 2011. – Т. 36. – №. 6. – С. 524-530.
3. Vorozhtsov B. I. et al. Explosion generation of microatomized liquid-drop aerosols and their evolution // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2010. – Т. 83. – №. 6. – С. 1149-1169.

4. Kudryashova O.B., Muravlev E.V., Vorozhtsov B.I., Akhmadeev I.R. The role of cavitation in submicronic aerosol dispersion // High energy materials: demilitarization, antiterrorism and civil application. Abstracts book of the VI International Workshop HEMs-2018. – Tomsk, Russia. – 2018. – P. 53.

5. Куфтырев К. А., Колосницын А. Н. Использование явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса в задачах подачи пылевидного топлива в реактор газификации // Фундаментальные исследования. – 2015. – №. 4-0. – С. 93-99.

6. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1981. – 296 с.

7. Денисихина Д. М. Численное моделирование автоколебательных вентиляционных течений // Дис. к. ф.-м. наук. СПбГПУ. СПб. – 2005.

8. Кедринский В.К. Газодинамика взрыва: эксперимент и модели. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 435 с.

9. Kudryashova O. et al. Remote optical diagnostics of nonstationary aerosol media in a wide range of particle sizes // Photodetectors. – InTech, 2012.

10. Kudryashova O. B. et al. Aerosol cloud propagation in a closed space // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2015. – Т. 88. – №. 3. – С. 568-574.

11. Коровина Н.В., Кудряшова О.Б., Антонникова А.А., Ворожцов Б.И. Распыление жидкости при импульсном воздействии // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т. 56, № 9/3. – С. 169-172.

Коровина Наталья Владимировна – к.ф.-м.н., н.с. лаборатории физики преобразования энергии взрывчатых веществ, ИПХЭТ СО РАН, тел. +79069629300, e-mail: korovina.nata@mail.ru.

Муравлев Евгений Викторович – к.т.н., с.н.с., лаборатории физики преобразования энергии взрывчатых веществ, И ИПХЭТ СО РАН, тел. (3854)305847, e-mail: evvimv@gmail.com.

Кудряшова Ольга Борисовна – д. ф.-м.н., с.н.с. лаборатории физики преобразования энергии взрывчатых веществ, ИПХЭТ СО РАН, тел. +79059245444, e-mail: olgakudr@inbox.ru.

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH OF PROCESSES OF DISPERSION AND DISTRIBUTION OF THE AEROSOLS RECEIVED BY THE CAVITATIONAL METHOD

N.V. Korovina, E.V. Muravlev, O.B. Kudryashova

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies of the SB RAS, Biysk

Abstract – In many practical applications, it is necessary to create the cloud of fine particles which is quickly extending in the space. These are the tasks of disinfection, fire extinguishing, etc. Constantly there is a search of new methods of creation of such aerosols with the smallest expenses of energy and not demanding difficult devices. It is also important to know how quickly particles of an aerosol will extend on the space of the room and what concentration will be reached. In this work, the problem of atomization and distribution in space of fine aerosols by means of special designs of the sprays realizing the cavitation mode is considered. For these sprays, the cavitation role in receiving a liquid aerosol is shown. The mathematical model describing processes of the genesis of an aerosol cloud is proposed. Estimates of critical pressure for development of cavitation, the speed of the expiration, the resulting sizes of droplets, the coefficient of effective convective diffusion of particles are received. Pilot studies of atomization and concentration of aerosol particles were carried out by means of optical methods of measurements. Results of disperse parameters of an aerosol in the course of creation and distribution of a cloud of the aerosol formed at cavitation atomization of liquids are presented.

Index terms: cavitation, aerosol, atomization.

REFERENCES

1. Paji D.G., Galustov V. S. Bases of the technique of a liquids' atomization. – 1984. – 254 p.
2. Kudryashova O. B. et al. Physicomathematical modeling of explosive dispersion of liquid and powders // Propellants, Explosives, Pyrotechnics. – 2011. – T. 36. – №. 6. – С. 524-530.
3. Vorozhtsov B. I. et al. Explosion generation of microatomized liquid-drop aerosols and their evolution // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2010. – T. 83. – №. 6. – С. 1149-1169.
4. Kudryashova O.B., Muravlev E.V., Vorozhtsov B.I., Akhmadeev I.R. The role of cavitation in submicronic aerosol dispersion // High energy materials: demilitarization, antiterrorism and civil application. Abstracts book of the VI International Workshop HEMs-2018. – Tomsk, Russia. – 2018. – P. 53.
5. Kutyfiev K. A., Kolosicyn A. N. Use of the phenomenon of abnormally high amplitude of self-oscillatory process in problems of supply of dust-like fuel in the gasification reactor // Basic researches. – 2015. – №. 4-0. – pp. 93-99.
6. Piumov A.I. Air dust removal. – M.: Stroyizdat, 1981. – 296 p.
7. Denisikhina D. M. Numerical modeling of self-oscillatory ventilating currents // PhD Thesis S-PbSTU. – S-Pb. – 2005.
8. Kedrinsky V.K. Explosion gas dynamics: experiment and models. – Novosibirsk: SB RAS, 2000. – 435 p.
9. Kudryashova O. et al. Remote optical diagnostics of nonstationary aerosol media in a wide range of particle sizes // Photodetectors. – InTech, 2012.
10. Kudryashova O. B. et al. Aerosol cloud propagation in a closed space // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2015. – T. 88. – №. 3. – С. 568-574.
11. Korovina N.V., Kudryashova O.B., Antonnikova A.A., Vorozhtsov B.I. Dispersion of liquid at pulse influence // News of higher education institutions. Physics 2013. – V. 56, №9/3. – pp. 169-172.

Korovina Natalya Vladimirovna – Candidate of physical and mathematical sciences, Rresearch, Institute of problems of chemical and power technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science Ph. + 79069629300, e-mail: korovina.nata@mail.ru.

Muravlev Eugene Viktorovich - Candidate of Technical Sciences, Senior research, Institute of problems of chemical and power technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science Ph. (3854) 30-58-47, e-mail: evvimv@gmail.com

Kudryashova Olga Borisovna - Doctor of physical and mathematical sciences, Senior research, Institute of problems of chemical and power technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science Ph. (3854) 30-58-47, e-mail: olgakudr@inbox.ru