

ЯВИЩА ТА ПРОЦЕСИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПІД ДІЄЮ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ В АЕРОЗОЛІ

В роботі здійснено огляд основних процесів які виникають в дисперсних системах під дією акустичних полів постійної та періодичної дії. Розглянуто фактори які впливають на процес коагуляції аерозолів. Визначено недоліки застосування різнотипних акустичних впливів на дисперсні системи з погляду на зміну ефективності гасіння аерозолем.

Вказано, що використання звукових коливань для підвищення ефективності пожежогасіння вогнегасним аерозолем є перспективним напрямком, який вивчений недостатньо добре. Оскільки звукові та стоячі звукові хвилі спричиняють швидку коагуляцію аерозолу та зниження його концентрації, то для подальшого дослідження процесу гасіння аерозолем за допомогою акустичного впливу, необхідно сконцентрувати увагу на проходженні одинарних ударних хвиль через дисперсне аерозольне середовище.

Ключові слова: вогнегасний аерозоль, ударна акустична хвиля, дисперсна система, звукова активація аерозолу.

Постановка проблеми: Для об'ємного пожежогасіння використовуються дисперсні системи які складаються з твердих рідких та газоподібних компонентів – K_2CO_3 , КОН, КСL, CO_2 , СО, H_2O та ін. При потраплянні в захищуваний об'єм аерозоль рівномірно його заповнює. Припинення горіння відбувається через сумісний вплив таких факторів як інгібування, флегматизація, охолодження вищевказаними компонентами. Припинення горіння відбувається, як через потрапляння частинок аерозолу в полум'я, так і через оточуючі контактуючі аерозолеповітряні маси при досягненні мінімальної вогнегасної концентрації. При концентраціях близьких до вогнегасної полум'я продовжує горіти ще деякий час, при цьому встановлюється тепломасовий баланс між полум'ям та оточуючим аерозолем. Збільшення ефективності гасіння можливе через вплив зовнішніх факторів які порушуватимуть баланс тепломасообміну між полум'ям та аерозолем. Одним з таких факторів є звукові коливання які спрямовані на полум'я. Вплив акустичних полів на вогнегасний ефект аерозолів є мало дослідженим і для вибору найбільш ефективного необхідно розглянути особливості впливу кожного з них на дисперсну систему.

Виклад основного матеріалу: Вплив акустичного поля на поведінку аерозолів є складним явищем, про яке існують узагальнені уявлення.

Кількісне визначення збільшення розмірів частинок під впливом звукового поля вперше було проведено за допомогою вимірювання швидкості падіння частинок [1]. У табл. 1 представлені результати деяких із цих вимірювань для аерозолу, який протягом 5 секунд піддавався дії звуку частотою 10 кГц, що генерувався магнітострикційним генератором.

Видно, що ступінь збільшення розмірів частинок залежить від інтенсивності звуку, і що за найбільших амплітуд, які застосовувалися, маса частинок зростає у 200 разів. При високих інтенсивностях звуку нерідко утворюються агрегати, що складаються з декількох тисяч первинних частинок.

За допомогою звукових і ультразвукових хвиль можна викликати в аерозолях інтенсивну коагуляцію, яка не буде сприяти підвищенню вогнегасної ефективності. Крім цього відомо, що укрупнення частинок вогнегасного порошку не бажане бо призводить до збільшення мінімальної вогнегасної концентрації [3]. При цьому дисперсність твердих або рідких середовищ настільки зменшується, що речовина, що знаходиться в завислому стані, швидко виділяється з газового середовища. Швидкість коагуляції залежить головним чином від частоти звуку, хоча на неї також впливає ряд інших чинників (інтенсивність звуку і ін.). Згідно з опу-

блікованими даними [4], ультразвукові хвилі дуже високої частоти мають значно меншу коагуляційну дію, чим звукові і ультразвукові хвилі в діапазоні 1000—50 000 Гц.

Таблиця 1

Вплив звукових коливань на аерозольні частинки [2]

Амплітуда коливань випромінювача, мк	Час падіння частинок на 1 мм, с	Радіус частинки, мк	Відношення радіусів частинок, r/r_0	Відношення маси збільшеної частинки до початкової маси, m/m_0
0	2,00	1,8	1	1
9	1,30	2,3	1,28	2,1
18	0,56	3,7	2,06	8,7
36	0,40	4,3	2,40	13,6
54	0,06	10,5	5,85	200

Від дії звуку великої інтенсивності дим зникає за долі секунди. Різна поведінка завислої речовини в звуковому полі, природно, знаходить відображення і у поведінці окремої частинки.

У газі, що перебуває в стані акустичних коливань, залежно від умов зважена частинка може брати участь в коливанні середовища повністю, частково або зовсім не брати участь.

З рис. 1 видно, що до певних розмірів зважена частинка практично коливається разом з газом. Ці розміри частинок названі «критичними розмірами» частинки для відповідних частот, аналогічно можна говорити про «критичні частоти» для певних розмірів частинки. Критичні розміри частинки більш точно визначаються точкою на кривій (рис. 1), в якій пологі падиння кривої починає переходити в середню більш крутопадаючу область. Для області розмірів частинок, характерної для аерозолів, спад кривих якраз лежить в діапазоні верхніх звукових і нижніх ультразвукових частот. Точки перетину прямої М з кривими є точками критичних розмірів частинок.

Разом з дуже великими і, отже, сильно агрегованими частинками, що не коливаються, існують частинки, що здійснюють коливання із значно зменшеною амплітудою.

На підставі ультрамікроскопічних знімків було встановлено, що фактично внаслідок полідисперсності аерозолі в теоретично знайденій області є частинки, що коливаються з різною амплітудою.

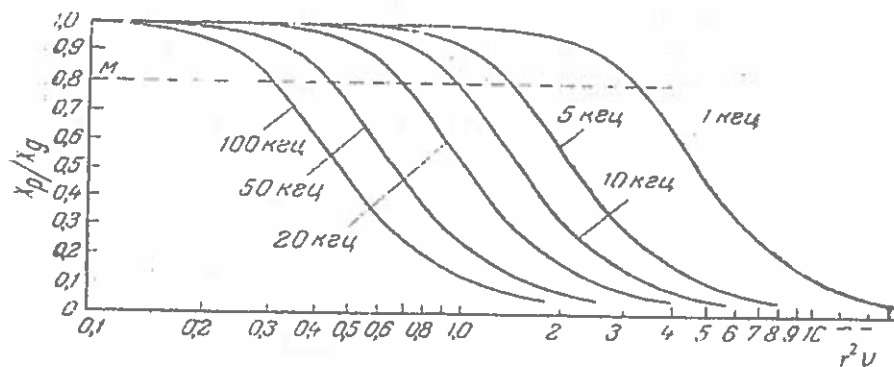


Рис. 1. Залежність відношення амплітуд коливання частинки аерозолі до амплітуди коливання газу X_p/X_g від радіуса частинки і частоти звуку

Користуючись критичною величиною, можна встановити три різні області. Перша область лежить нижче за критичну величину і охоплює процес, при якому аерозоль в цілому практично здійснює повні коливання спільно з коливанням газоподібного середовища і, отже, є однорідною масою. У другій області, в якій значення $r^2 \nu$ близькі до критичної величини, частинки здійснюють неоднорідні коливання.

У третій області, вищій за критичну величину, частинки не здійснюють коливань і аерозоль знову поводить себе як однорідна маса. Таким чином, за допомогою критичної величини можна наочно встановити різну поведінку аерозолі в звуковому полі. В процесі коагуляції завислі частинки по черзі переходитимуть з однієї області в іншу.

В інтенсивному звуковому полі частинки аерозолів коливаються з тою ж частотою, що і газоподібне середовище. Залежність між коливаннями частинки і газу в звуковому полі виражається залежністю [5]:

$$\frac{X_p}{X_g} = \left[1 + \left(\frac{\pi \rho f d^2}{9\eta} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} = \cos \varphi \quad (1)$$

де φ – різниця фаз коливань частинки і середовища, радіан;
 X_p – амплітуда коливань аерозольної частинки, см;
 X_g – амплітуда коливань газу, см;
 ρ – щільність частинки, г/см³;
 d – діаметр частинки, см;
 f – частота звуку, с⁻¹;
 η – в'язкість газу, г/см · с.

З рівняння (1) виходить, що амплітуда коливань частинки наближається до амплітуди коливання газу при зменшенні частоти звуку, діаметра і щільності частинки, і при зменшенні в'язкості газу. Основну роль відіграють діаметр частинки і частота звуку.

Коли полідисперсна система знаходиться в силовому полі (наприклад, гравітаційному), то більші частинки рухаються з іншою швидкістю, ніж менші, внаслідок чого збільшується вірогідність зіткнень частинок, що диспергують. Коагуляція, що виходить, названа Вігнером і Туоріла [5] орти кінетичною, на відміну від перикінетичної коагуляції, яка відбувається внаслідок ненапрямого броунівського руху. Досліджуючи це явище, Вігнер і Туоріла враховували тільки сили тяжіння і відцентрові сили. Коагуляцію, що виникає в звуковому полі внаслідок того, що частинки різної величини мають різні амплітуди, фактично теж можна називати ортокінетичною.

Спостереження, проведені за допомогою ультрамікроскопа в роботі [5] і отримані при цьому знімки показали, що великі частинки безперервно рухаються по хаотичних траєкторіях і притому з такою швидкістю, яка менша порівнянно з амплітудою швидкостей газу, що коливається, і значно більша за швидкість броунівського руху.

Радіуси частинок приведені в табл. 2, для порівняння вибрані амплітуди частинок 40 м і 200 м при 10 кГц. Величини для інших частот перераховані для рівної звукової енергії. Різниця швидкостей між частинками і газом, приведені в табл.2 взяті з рис. 1. У табл. 2 перша величина часу зближення відповідає низькій звуковій енергії друга – (в дужках) - високій звуковій енергії.

При підвищенні частоти звуку в анізодисперсній системі, що характеризується різними амплітудами коливання частинок вище певної межі, дія ортокінетичної коагуляції слабшає і при критичній величині $r^2 \nu = 10^{-4}$ см/с абсолютно зникає, поступаючись місцем дії гідродинамічних сил.

Таблиця 2

Час зближення частинок різних розмірів при різних частотах

Частота, кГц	Час зближення t_0 , с			
	R = 0,2 μ	R = 0,5 μ	R = 1 μ	R = 2 μ
1	$3,7 \cdot 10^{13}$ ($\approx 1,5 \cdot 10^{12}$)	$4,6 \cdot 10^9$ ($1,9 \cdot 10^8$)	$8 \cdot 10^6$ ($3 \cdot 10^5$)	$3,3 \cdot 10^3$ ($1,3 \cdot 10^2$)
10	$3,7 \cdot 10^{13}$ $1,5 \cdot 10^{12}$	$1,6 \cdot 10^7$ ($7 \cdot 10^6$)	$4,5 \cdot 10^3$ ($1,8 \cdot 10^2$)	13,5 (0,5)
100	$2,8 \cdot 10^8$ ($1,1 \cdot 10^7$)	$2,3 \cdot 10^4$ ($9 \cdot 10^2$)	$2,7 \cdot 10^2$ (10,8)	6,8 (0,27)

Беручи до уваги вище сказане можна сказати, що акустична коагуляція обумовлюється всіма процесами, в результаті яких збільшується вірогідність чисто кінетичних зіткнень двох частинок, і які викликають сили тяжіння між частинками. До причин першого роду слід віднести ортокінетичну коагуляцію, що діє як головний чинник в звуковому полі, потім слідує всі інші процеси, що зумовлюють неоднорідний рух частинок (зокрема, наприклад, неправильний рух в звуковому полі збільшених вже частинок, що більше не коливаються).

До другорядних причин відносяться перш за все гідродинамічні сили притягання, потім вихроутворення, що виникає навколо частинок при більш великих числах Рейнольдса, і також породжує сили притягання.

Добре відомо, що дими, тумани і інші аерозолі нестійкі і схильні з часом до мимовільної коагуляції. За певних умов ця коагуляція може протікати з помітною швидкістю в початковий момент утворення високодисперсних димів (наприклад, оксиду цинку). Теорія зіткнень зважених частинок вивчалася Смолюховським [6]. Згідно з теорією Смолюховського, зворотна величина числа частинок на одиницю об'єму змінюється як лінійна функція часу. Крім цього, автор вказує, що мимовільна коагуляція буде протікати швидко, коли число частинок дуже велике, але у міру зменшення числа частинок процес сповільнюватиметься. Єдиними силами, що діють на частинки в цих умовах, є молекулярні сили, які створюють броунівський рух. Для більшості промислових димів величина мимовільної коагуляції може бути виміряна лише через декілька хвилин.

Під впливом звуку високої частоти і великої інтенсивності в дію вступають нові сили, що викликають швидку коагуляцію таких димів, які в інших умовах залишалися досить стійкими протягом тривалого періоду часу. Ці сили різні і складні, і їх важко пояснити. Частково коагуляція викликана коливаннями частинок, спричинені газом, що коливається. Інші сили, що діють на частинки, зв'язані лиш з коливанням газу і є гідродинамічними силами.

Поведінку зважених в газі частинок під впливом звукових коливань можна розглядати як поєднання таких ефектів: сумісного коливання частинок аерозолію в газі, що коливається; дії гідродинамічних сил притягання і відштовхування між сусідніми частинками; дії звукового тиску, який має максимальне значення посередині між вузлами і пучностями коливань.

Брандт, Фрейнд і Гідеман [7] висунули теорію, згідно з якою коагуляція пояснюється зміною фази і амплітуди частинок, що відрізняються за величиною в критичній області розмірів. Вони припускають, що звукова коагуляція є результатом числа зіткнень маленьких частинок, що мають відносно велику амплітуду з більш великими нерухомими частинками. Проте пояснити скільки-небудь значне збільшення швидкості коагуляції на основі одного цього чинника важко, оскільки зіткнення цього типу повинні траплятися лише між сусідніми частинками, лінія центрів яких збігається з напрямом коливань.

Гідродинамічна взаємодія частинок ефективна лише тоді, коли дві частинки знаходяться на відстані, рівній декільком діаметрам частинок. Такі сили виникають в результаті звуження потоку газу між двома сусідніми частинками. Для їх виникнення не потрібно, щоб ча-

стинки газу коливалися, адже гідродинамічні сили прикладені до газового потоку, що проходить в одному напрямку.

Гідродинамічні сили між сферичними частинками в газі, що коливається, були обчислені Кенігом [6] при проведенні математичного аналізу процесу утворення борозенок у трубці Кундта. Ці сили є результатом відомого ефекту Бернуллі [8]. Їм можна дати просте якісне пояснення. Якщо розглядати дві сферичні частинки, розміщені на відносно близькій відстані одна від одної, а лінія їх центрів перетинає напрям коливань, то площу поперечного перерізу, через яку повинен протікати газ, можна вважати стислою на ділянці між двома частинками. В результаті на цій ділянці газ протікатиме трохи швидше. Згідно відомим гідродинамічним принципам Бернуллі, в таких умовах в цій ділянці знижуватиметься статичний тиск і сферичні частинки взаємно притягатимуться. І навпаки, якщо одна з двох частинок знаходиться на підвітряній стороні, а лінія, що сполучає центри цих частинок розміщена у напрямку коливань, виникне зона, в якій частинки будуть взаємно відштовхуватись. Отже, дія звукового поля на зважені частинки полягає в утворенні відштовхуючих сил між частинками у напрямку коливань і притягаючих сил в перпендикулярному напрямі. Очевидно, що ці сили мають значення лише тоді, коли частинки розташовані дуже близько одна до одної. Величина сил обернено пропорційна 4-ій степеню відстані між центрами. Гідродинамічними силами, а також коливаннями різних частинок, не можна пояснити спостережуваного збільшення коагуляції. Вони впливають на збільшення діаметра частинок і на утворення із частинок тонких шарів які склеюються разом у вигляді шарів, і встановлюються самі під прямим кутом до напрямку коливань.

Автори [9] показали, що принаймні при звукових і низьких ультразвукових частотах гідродинамічні сили недостатні для пояснення спостережуваної поведінки аерозолів в звукових полях.

Іншими додатковими чинниками, що впливають на поведінку аерозолів в акустичному полі є частота та інтенсивність звуку, вид аерозолію, тривалість озвучування, температура, вміст вологи в газі, його кінематична в'язкість.

Фізичні процеси, які обумовлюють коагуляцію маленьких частинок в звуковому полі, дуже численні, і часто важко визначити, який з них грає основну роль.

Передбачена теорією поведінка завислих частинок при дії радіаційного тиску звуку цілком збігається із спостереженнями коагуляції диму в довгій трубці [1]. При низькій інтенсивності звуку дим спочатку збирається смугами, що обумовлено зростанням концентрації частинок поблизу вузлів коливань. Незабаром дим набуває зернистого характеру і стають видимими окремі шари. У міру зростання шари випадають на стінках труби або залишаються завислими біля її осі у площині вузлів коливань у вигляді великих плоских скупчень. При високих інтенсивностях звуку (0,1 - 1,0 Вт/см²) коагуляція відбувається за декілька секунд, проте великі шари вже не утворюються через нестабільність поля стоячої хвилі; у пучках коливань зустрічаються агрегати скоагульованих частинок, що обертаються. Нарешті, слід зважити на можливість того, що додатково до трьох основних механізмів при звуковій коагуляції можуть діяти, а за певних обставин навіть переважати, ще і інші фактори [10]. Гуляєв і Кузнецов [11] вказують, що їм вдалося спостерігати коагуляцію аерозолів під дією періодичних ударних хвиль, які планується використовувати для підвищення ефективності гасіння дисперсними системами дифузійного полум'я.

Залежно від орієнтації в звуковому полі і від відстані до великої частинки, невеликі частинки, що знаходяться в безпосередній близькості від неї, можуть притягуватися або відштовхуватися великою частинкою, яка слабо коливається. Так, Андраде [12] підрахував, що для сферичної частинки, яка знаходиться в повітрі, значний турбулентний рух спостерігається тоді, коли відносна швидкість частинок і газу (V_r) більша за 0,35 (V вимірюється сантиметрами в секунду, а r - сантиметрами). Для частинок з радіусом 10 μ турбулентні сили виявляються, коли V_r більше 350 см/с, тобто вище 155 Дб. З цього виходить, що коли ці сили стануть переважаючими, вони знищують ефект Бернуллі.

Електричні явища відіграють певну роль в коагуляції і осадженні маленьких частинок в звуковому полі. Відомо, що більшість найдрібніших частинок, що диспергують до стану аерозолу, мають власний електричний заряд, який виникає або в процесі утворення аерозолу, або в результаті подальшої дії іонізації; виходить, що середній заряд для кожної категорії частинок (без урахування знаку заряду) майже завжди пропорційний радіусу частинки (для аерозолів розміром від 0,2 до 6 μ).

Приведення в коливальний рух частинок аерозолу супроводжується сильним тертям між молекулами газу і малими та великими частинками. Внаслідок діелектричних властивостей частинок можуть з'явитися заряди (електричні або індуковані) які залежно від їх знаку сприяють швидшій коагуляції. В зв'язку з цим слід зазначити, що для деяких аерозолів кількість агломератів, що утворюються, є вельми різною при підтримці однакових умов роботи. Винятком є конструкційний матеріал акустичної камери (сталь або пластмаса).

Коли частинки аерозолу знаходяться поблизу від стінки, вони піддаються впливу ефекту Бернуллі. Між стінкою і частинкою встановлюється притягання, величина якого обернено пропорційна четвертому степеню відстані між частинкою і стінкою. На цей механізм накладається, крім того, природна дифузія частинок, обумовлена градієнтом концентрації.

Відомо, що в будь-якому аерозолі частинки прагнуть переміститися з області підвищеної концентрації в область низької концентрації. Зокрема, можна спостерігати, що в безпосередній близькості від стінки концентрація частинок надзвичайно мала і тут є тенденція до відкладення частинок на стінках.

Інтенсивність звуку є одним з найбільш важливих чинників, оскільки при будь-якому механізмі коагуляція є функцією інтенсивності звуку. Правильніше говорити не про інтенсивність звуку, а про акустичну потужність, визначувану загальним числом ватів, що випромінюються джерелом звуку. Якщо мова йде про випромінювання у середині резонуючої камери, відносним мірилом є рівень інтенсивності звуку, виміряний в децибелах. За літературними даними [5], нижньою межею, достатньою для практичного використання, є рівень інтенсивності звуку 130 Дб (10^{-3} Вт/см²). Проте бажано, щоб ця величина досягала 150 дб (0,1 Вт/см²).

Час перебування аерозолу в звуковому полі є також важливим чинником, яким не можна нехтувати. Нижче наведені деякі експериментальні дані, отримані Сент-Клером [1], підтверджують це спостереження. При збільшенні часу перебування аерозолу в акустичній камері збільшується можливість зіткнення частинок, проте, природно, і тут існує певна межа.

Таблиця 3

Час коагуляції в звуковому полі

Час перебування у звуковому полі, с	Показник коагуляції, m/m_0
1	4
2	13
10	110

m/m_0 - означає співвідношення мас середньої кінцевої частинки і початкової частинки.

Що стосується швидкості коагуляції, то, як видно з дослідів Сент-Клера, розрахунковим шляхом точна величина швидкості отримана бути не може. Для деяких особливих умов (однаковий розмір частинок аерозолу, підвищена концентрація) протягом малого періоду дії звуку була виведена така формула: [14]

$$t = \frac{0,66}{v_0^2 c^{5/3}} \quad (2)$$

де t – час, необхідний для зменшення наполовину числа частинок аерозолу в суспензії;
 v_0 – амплітуда швидкості коливання;
 C – вагома концентрація;

Проте треба відзначити, що отримані експериментально величини t завжди значно нижчі (приблизно у 100 разів) за величини, обчислені за допомогою приведеного рівняння. У першому наближенні можна сказати, що швидкість коагуляції монодисперсних аерозолів прямо пропорційна інтенсивності звуку і є функцією вагової концентрації в степені $5/3$.

Оскільки кожне звукове поле розсіює енергію (у вигляді тепла), то при дії звукової хвилі на аерозоль виникає питання про ефективну відстань дії звукової хвилі в зоні якої аерозольні частинки ще можуть коливатись з відповідною частотою та амплітудою, яка дозволяє підвищити ефективність гасіння. В ультразвуковому полі частотою 22 кГц при концентрації аерозолу 8 г/м^3 на відстані 30 см поглинається від 50 до 60% звукової енергії, тоді як при частоті 1500 Гц тільки від 5 до 6% енергії втрачається в результаті поглинання звуку. При цьому буде проходити коагуляція. Максимальна коагуляція досягається при режимі стоячих хвиль. Проте при низьких частотах від 100 до 3000 Гц ці хвилі виходять тільки в тому випадку, якщо відвернений можливий витік звукової енергії. Витік енергії може проходити через будь-який відносно великий отвір в стінці коагуляційної камери. В цьому випадку в камері відбувається накладання хвиль, що біжать, на стоячі хвилі. При цьому вузли тиску і швидкості не є тими точками, в яких відбувається ефективна коагуляція. [13].

Найменші частинки коливаються з найбільшими амплітудами, ці частинки коагулюють першими, іншими словами коагуляція починається з найменших частинок аерозолу розміром менше 10 μ . Коагуляція відбувається під час озвучування і продовжується доти, поки не залишаються тільки великі агломерати. Таким чином вплив частотними звуковими коливаннями в будь яких випадках приводить до коагуляції більшою чи меншою мірою і використання звукової активації аерозолу хвилями різних частот теоретично не принесе очікуваного результату – підвищення ефективності гасіння. Протилежний ефект може дати дія періодичних ударних звукових хвиль в процесі проходження котрих через аерозоль коагуляція все ж таки спостерігається але значно меншою мірою.

Висновок. Процеси яка протікають в дисперсних системах є складними та індивідуальними. Використання звукових коливань для підвищення ефективності пожежогасіння вогнегасним аерозолем є перспективним напрямком. Оскільки звукові та стоячі звукові хвилі спричиняють швидку коагуляцію аерозолу та зниження його концентрації, то для подальшого дослідження процесу гасіння аерозолем за допомогою акустичного впливу, необхідно сконцентрувати увагу на проходженні одинарних ударних хвиль через дисперсне середовище.

Список літератури:

1. Осташев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. М.: Наука, Гл.ред. физ.-мат. литературы, 1992. – 205 с.
2. Стретт Джон Вильям. Теория звука. Пер. с 3-го англ.изд. П.Н. Упенского и С.А. Каменецкого. Под.ред. и с предисл. С.М. Рытова. Изд. 2-е, М., Гостхимиздат, 1955.
3. Баратов А.Н., Вогман Л.П. Огнетушащие порошковые составы. – М.: Стройиздат, 1982. – 72 с.
4. Patterson H. S., Sawood W., Nature(London), 1931. - 127 с.
5. Акустическая коагуляция аэрозолей. Сборник переводов. Под. ред. Б.Ф. Подошевича (и др.)М. – Госхимиздат, 1961.
6. Красильников В.А. Звуковые и ультразвуковые волны в воздухе, воде и твердых телах. Изд. 3-е, переработ. и доп. – М., Физматиздат, 1960.
7. Райст, Паркер. Аэрозоли: введение в теорию/ Пер. с англ. Б.И. Огородникова и др. Под. ред. Б.Ф. Садовского. – М.: Мир, 1987. – 278 с.
8. Фридмендер Ф. Звуковые импульсы. Пер. с англ. А.И. Смирнова Под. ред. Г.И. Баренблатта. – М., Изд. иностр. лит., 1962.
9. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы. Пер.с англ. д-ра хим. наук Н.А. Фукса. Изд. 2-е, стереотип. – Л., «Химия», Ленинград. отд-ние, 1972.

10. Медников Е.П. Акустическая коагуляция и осаждение аэрозолей. – М., Изд-во Акад. Наук СССР, 1963.
11. Гуляев А. И., Кузнецов В. М. Акустика. – М.: 1962. - 473 с.
12. Стретт Джон Вильям. Теория звука. Пер. с 3-го англ.изд. П.Н. Упенского и С.А. Каменецкого. Под.ред. и с предисл. С.М. Рытова. Изд. 2-е, М., Гостхимиздат, 1955.
13. Медников Е.П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. – М.: Наука, 1981. – 174 с.
14. Скучик Е. Основы акустики. Пер. с нем. А.Л. Соседовой и В.П. Глотова. Под. ред. Ю.М. Сухаревского. – М., Изд. иностр. лит., 1958.

В.М. Баланюк, канд. техн. наук (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕССЫ ВОЗНИКАЮЩИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ В ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЕ

В работе проведен обзор процессов, которые возникают в дисперсных системах под действием акустических полей постоянного и периодического действия. Определены недостатки использования разнотипных акустических влияний на дисперсные системы с позиции изменения эффективности тушения аэрозолем на основании неорганических солей калия при одновременном влиянии ударных акустических волн на пламя.

Ключевые слова: огнетушащий аэрозоль, ударная акустическая волна, дисперсная система, звуковая активация аэрозоля.

V.M. Balanyuk, Candidate of Science (Engineering) (Lviv State University of Life Safety)

PHENOMENONS AND PROCESSES OCCURRING UNDER THE INFLUENCE OF SHOCK ACOUSTIC WAVES IN DISPERSED ENVIRONMENTS

The article deals with the basic processes occurring in disperse systems under the influence of acoustic fields of constant and periodic operations. Drawbacks of the use of different types of acoustic effects on the dispersed systems in terms of change in the efficiency of aerosol extinction were defined in this paper. There were proposed fire fighting dispersed systems, such as aerosol-based one, on the basis of inorganic salt of potassium with the simultaneous impact of shock acoustic waves on the flame.

Key words: fire extinguishing aerosol, shock acoustic wave, disperse system, sound activation of the aerosol.