

Винахід стосується генераторів аерозолів з рідини, які можуть бути застосовані для створення водяних завіс, осадження диму, гасіння пожеж дрібно розпиленою вогнегасною рідиною, для маскувння техніки та військ аерозолями, наприклад, на основі солярового мастила, для аерозольної дезінсекції сільськогосподарських приміщень для тварин та складів аграрної продукції, для аерозольної обробки рослинності у садах та лісах спеціальними розчинами, для утворювання диму або туману на городах, у фруктових садах або лісах, для запобігання пошкодженню морозом, для аерозольної дезінфекції, для водно-аерозольного подавлення пилу на промислових виробництвах та підприємствах видобування, для високопродуктивного розпилювання горючої рідини у промислових теплоенергетичних установках.

Відомий імпульсний генератор аерозолів за винаходом [1], що включає конденсований детонаційний заряд, який охоплений оболонкою з рідини. Формування аерозолів у відомому пристрої відбувається наступним чином. За сигналом управління здійснюється ініціювання детонації у заряді, що призводить до появи високого тиску та температури у продуктах детонації. Виникає ударна хвиля, що розповсюджується по рідині та призводить до ударно-хвильової дефрагментації рідини з формуванням аерозолів у повітрі.

Перевагою відомого генератора є висока імпульсна продуктивність генерування аерозолів за рахунок використання енергії детонаційного згорання заряду та висока дисперсність часток у аерозолі. Недоліки відомого генератора полягають у тому, що даний генератор є одноразової дії та має високу небезпеку під час застосування.

Відомий імпульсний генератор аерозолів за винаходом [2, 3], що включає імпульсний генератор ударних хвиль, який містить детонаційну трубу, секцію ударно-хвильової фрагментації та форсунку для подавання рідини, яка розміщена у секції ударно-хвильової фрагментації. Формування аерозолів у відомому генераторі відбувається наступним чином. Ударна труба з розривною мембраною заповнюється стисненим газом, а у секцію ударно-хвильової фрагментації подається рідина. Різке відкриття мембрани призводить до виходу стисненого газу з ударної труби. Виникаюча при цьому ударна хвиля розповсюджується через рідину у секції ударно-хвильової фрагментації з формуванням аерозолів на виході генератора.

Переваги відомого генератора полягають у багаторазовій дії та підвищенні й безпеці у застосування з забезпеченням високої дисперсності часток у аерозолі. Недоліки відомого генератора полягають у тому, що даний генератор використовує стиснений газ як джерело генерування ударних хвиль, що значно знижує продуктивність генерування аерозолів.

Відомий генератор аерозолів [4], який прийнято за прототип. Аерозольний генератор-прототип включає імпульсний генератор ударних хвиль, який містить детонаційну трубу, секцію ударно-хвильової фрагментації та форсунку для подавання рідини, яка розміщена у секції ударно-хвильової фрагментації.

Вищеописаний генератор-прототип працює наступним чином. Рідина для розпилювання через форсунку безперервно або циклічно подається в секцію ударно-хвильової фрагментації. Ударна хвиля з імпульсного генератора спрямовується в секцію ударно-хвильової фрагментації, де взаємодіє з рідиною. В результаті ударно-хвильової дії на рідину відбувається її фрагментація з формуванням аерозолів на виході секції ударно-хвильової фрагментації.

Перевага генератора-прототипу полягає у енергоефективному формуванні аерозолів, що базується як на подрібненні рідини, так і на частковому випаровуванні рідини гарячими продуктами детонації з подальшою конденсацією парів. Також даний пристрій забезпечує високу продуктивність формування аерозолів за рахунок високої потужності імпульсного генератора ударних хвиль у вигляді детонаційної труби. Даний пристрій дозволяє застосовувати розпилювачі форсунок з діаметром отворів близько 1 мм, що зменшує вимоги для якості очищення аерозолеутворюючої рідини від твердих домішок.

Недолік пристрою-прототипу полягає в тому, що формування аерозолів відбувається в секції ударно-хвильової фрагментації, яка обмежує розширення ударної хвилі та вихід аерозольного потоку. Це призводить до того, що в цій секції одночасно з фрагментацією рідини відбувається її дефрагментація в результаті зіткнення крапель аерозолів в обмеженому об'ємі секції фрагментації. Зіткнення крапель призводить до їх злиття, що зумовлює зростання розміру крапель у аерозолі. В свою чергу, зростання розміру крапель призводить до прискорення швидкості осадження аерозолів на земну поверхню під дією сили тяжіння, чим суттєво знижується ефективність практичного застосування такого аерозолу. Крім того, віддалене розташування форсунки від детонаційної труби призводить до зниження інтенсивності ударних хвиль, що діє на рідину. Крім того, розміщення форсунки у секції ударно-хвильової фрагментації призводить до спротиву газовому потоку з відповідним зниженням його швидкості, чим знижується ефективність фрагментації рідини та продуктивність генератора. Крім того, частина рідини потрапляє на стінки секції ударно-хвильової фрагментації, що знижує ефективність подальшої дефрагментації цієї рідини.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення аерозольного генератора для підвищення його продуктивності, енергоефективності та зниження розміру крапель у аерозолі.

Поставлена задача вирішується в аерозольному генераторі тим, що форсунок розміщені на торці відкритого кінця детонаційної труби, ззовні труби, при цьому осі отворів розпилювачів форсунок спрямовані в напрямку виходу продуктів детонації із детонаційної труби під кутом від 0 до 45 градусів відносно осі цієї труби.

За рахунок такого розташування форсунок, вони не обмежують розширення ударної хвилі та не створюють спротив потоку продуктів детонації. Також інтенсивність ударної хвилі є максимальною біля відкритого торця детонаційної труби. Тому, за рахунок подавання рідини біля відкритого торця детонаційної труби, на рідину діють ударні хвилі максимальної інтенсивності.

Виконання генератора згідно з запропонованою будовою забезпечує суттєве зростання інтенсивності ударної хвилі, що діє на рідину, та знімає обмеження на розширення ударної хвилі та розповсюдження продуктів детонації. Внаслідок цього відбувається підвищення продуктивності генератора в 1,5 рази у порівнянні з аналогом, представленим в [5], зростання його енергоефективності та зниження розміру крапель у аерозолі. Недолік аналога [5] у вигляді ствола для утворення (змішування) газового та водяного струменя усунено в пропонованому аерозольному генераторі.

За результатами експериментального дослідження пропонованого аерозольного генератора, що проведено у тих самих умовах, як показано в [5], припинення інтенсивного горіння відбулося через 6 с. Повне загасання полум'я відбулося через 18 с від початку включення установки. Під час роботи установки витрата води складе 1500 л/год., що забезпечить відбір тепла із зони пожежі біля 2,8 ГДж/год.

Кращі приклади виконання винаходу, що пропонується:

Суть винаходу пояснюється графічними матеріалами. Як імпульсний генератор ударних хвиль, який містить детонаційну трубу, доцільно застосувати пристрій за винаходом [6], що працює на сумішах горючої рідини з повітрям та здійснює генерування ударних хвиль з частотою не менше ніж 23 Гц. В цьому випадку варіант будови аерозольного генератора, що пропонується, відображено на фіг. 1.

На фіг. 2. представлено варіант будови форсунок, коли осі отворів розпилювачів форсунок спрямовані в напрямку виходу продуктів детонації із детонаційної труби під гострим кутом $\alpha=45^\circ$ до осі детонаційної труби.

На фіг. 3 представлено вигляд аерозолі, який формується у аерозольному генераторі за винаходом, що пропонується.

На фіг. 4 представлено загальний вигляд варіанта аерозольного генератора за винаходом, що пропонується.

Розглянемо варіант виконання аерозольного генератора (див. фіг. 1). Пристрій включає імпульсний генератор ударних хвиль 1, який містить детонаційну трубу 2, форсунок 4 з розпилювачами 5, які розміщені на торці відкритого кінця детонаційної труби. Також показано варіант розміщення форсунок по колу співвісно з віссю труби, де радіус r_f цього кола перевищує внутрішній радіус r_{dt} детонаційної труби. Також показано варіант будови форсунок, коли осі 6 отворів розпилювачів форсунок спрямовані паралельно осі 3 детонаційної труби. Насос для подавання аерозолеутворюючої рідини до форсунок та трубопроводи на фіг. 1 не показано.

Пристрій, що заявляється, працює наступним чином. До форсунок 4 подається аерозолеутворююча рідина, яка виходить через розпилювач 5 у вигляді цівки рідини. На виході детонаційної труби 2 імпульсного генератора ударних хвиль 1 періодично формуються ударні хвилі. Ударна хвиля під час розповсюдження взаємодіє з цівками рідини, що призводить до дефрагментації рідини з формуванням аерозолі. Потік продуктів детонації переміщує аерозоль на певну відстань від труби. Далі процес повторюється. У разі високої частоти генерування ударних хвиль подача рідини до форсунок здійснюється безперервно, тому що за проміжок часу між ударними хвилями цівки палива переміщуються на незначну відстань від торця детонаційної труби.

У варіанті розміщення форсунок по колу співвісно з віссю труби, де радіус цього кола перевищує внутрішній радіус детонаційної труби, забезпечується більш рівномірний розподіл цівок палива навколо місця виходу ударної хвилі.

У варіанті будови форсунок, за якого осі отворів розпилювачів форсунок спрямовані паралельно осі труби в напрямку виходу продуктів детонації із детонаційної труби, або під кутом від 0 до 45 градусів відносно осі цієї труби, забезпечується зростання площі поверхні взаємодії ударної хвилі з рідиною.

Практична реалізованість:

Були проведені випробування дослідного зразка пристрою (фіг. 3, 4). Застосовано імпульсний генератор ударних хвиль, який містить детонаційну трубу діаметром 20 мм, що працює на суміші пропану з повітрям. Частота генерування ударних хвиль склала 23 Гц. На зрізі детонаційної труби зі сторони її відкритого торця розміщувалось 8 форсунок по колу співвісне з віссю труби. Отвори розпилювачів форсунок спрямовувались під кутом 45 градусів до осі труби. Подача води через

форсунки здійснювалась безперервно з продуктивністю 8 л/хв. Спостерігалось формування водяного аерозолі з середнім діаметром крапель 8-12 мкм. Вигляд аерозолі 3, який формується в результаті дефрагментації цівки води, що подається через форсунки 2, під дією ударних хвиль, що виходять з детонаційної труби 1, показано на Фіг. 3. Загальний вигляд аерозольного генератора під час генерування аерозолі 1, що включає форсунки 2 для подавання рідини, де форсунки розміщені на зрізі детонаційної труби зі сторони її відкритого торця, та імпульсний генератор ударних хвиль 4, який містить детонаційну трубу 3, представлено на Фіг. 4.

Таким чином, досягнуте підвищення продуктивності аерозольного генератора, енергоефективності та зниження розміру крапель у аерозолі.

Джерела інформації:

1. Stefański, K., Lewandowski, D., Dygdała, R. S., Kaczorowski, M., Ingwer-Żabowska, M., Śmigielski, G., Papliński, A. Explosive Formation and Spreading of Water-Spray Cloud Experimental Development and Model Analyses. Central European Journal of Energetic Materials, 2009. Vol. 6(3-4), pp. 291-302.

2. Rodriguez, V., Jourdan, G., Marty, A. et al. Planar shock wave sliding over a water layer. Exp Fluids 57, 125 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00348-016-2217-6>.

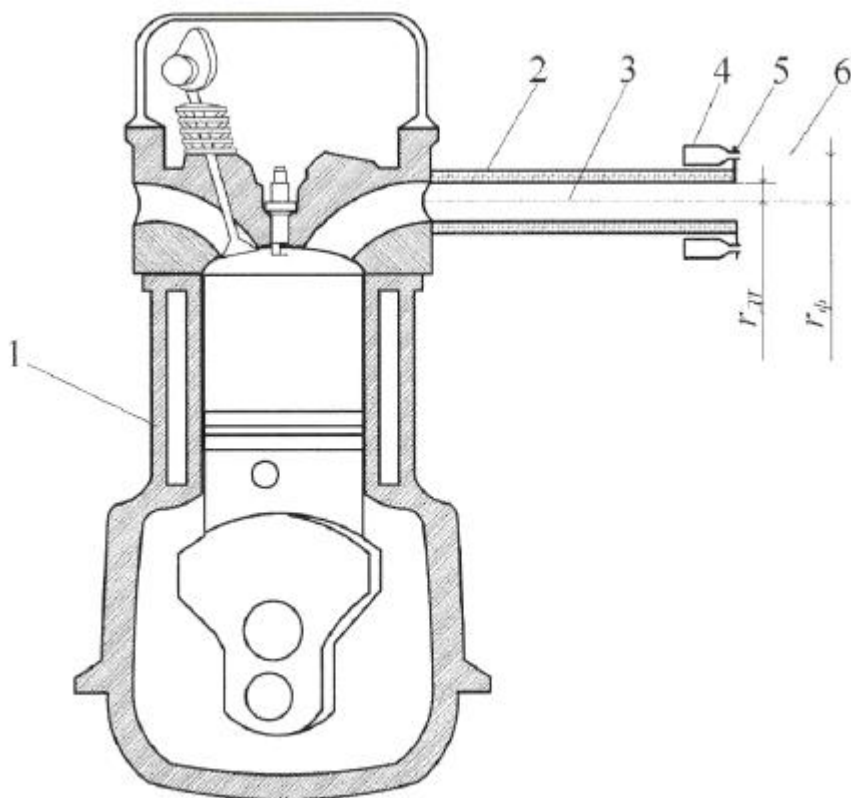
3. Bergel'son, V I, Nemchinov, I V, Orlova, T I, and Khazins, V M. Interaction of a plane shock wave in water with a thin layer of lower density.

United States: N. p., 1992. Web. doi:10.1007/BF00851779.

4. Пат. 2644422 C1 РФ, МПК B05B 17/04 (2006.01), B82Y 40/00 (2011.01). Способ сверхтонкого распыливания жидкого топлива и устройство для его осуществления / Фролов С.М., Сметанюк В.А., Набатников С.А., Моисеев В.А. и др.; заявитель и патентовладелец Общество с ограниченной ответственностью "Новые физические принципы". № 2017112443; заявл. 12.04.2017; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 5.

5. Дубінін Д.П. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації / Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, Є.М. Криворучко, Д.М. Думчикова // Проблеми пожарной безопасности. 2019/- №46. - С. 47-53.

6. Патент 118510 України, МПК F01B 21/04 (2006.01), B05B 7/20 (2006.01), F02K 7/02. Коритченко К.В, Кістерний Ю.І., Сакун О.В, Сендеровскі Ц.А. Пульсуючий компресійно-детонаційний пристрій.



Фіг. 1

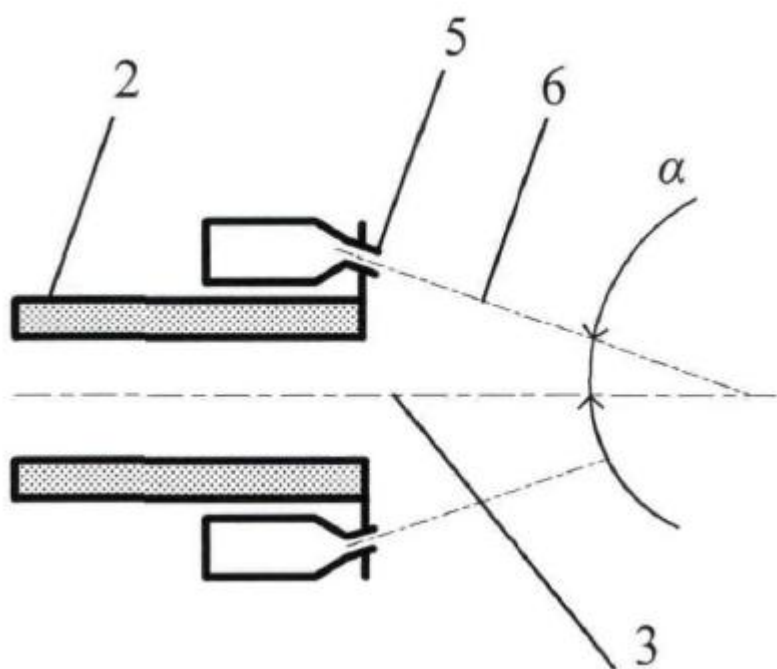


Fig. 2

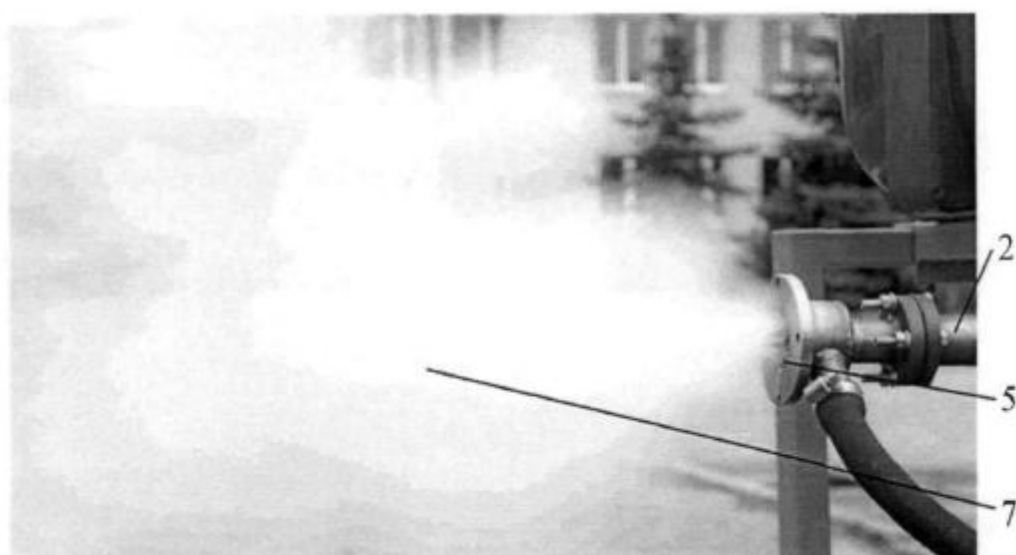


Fig. 3

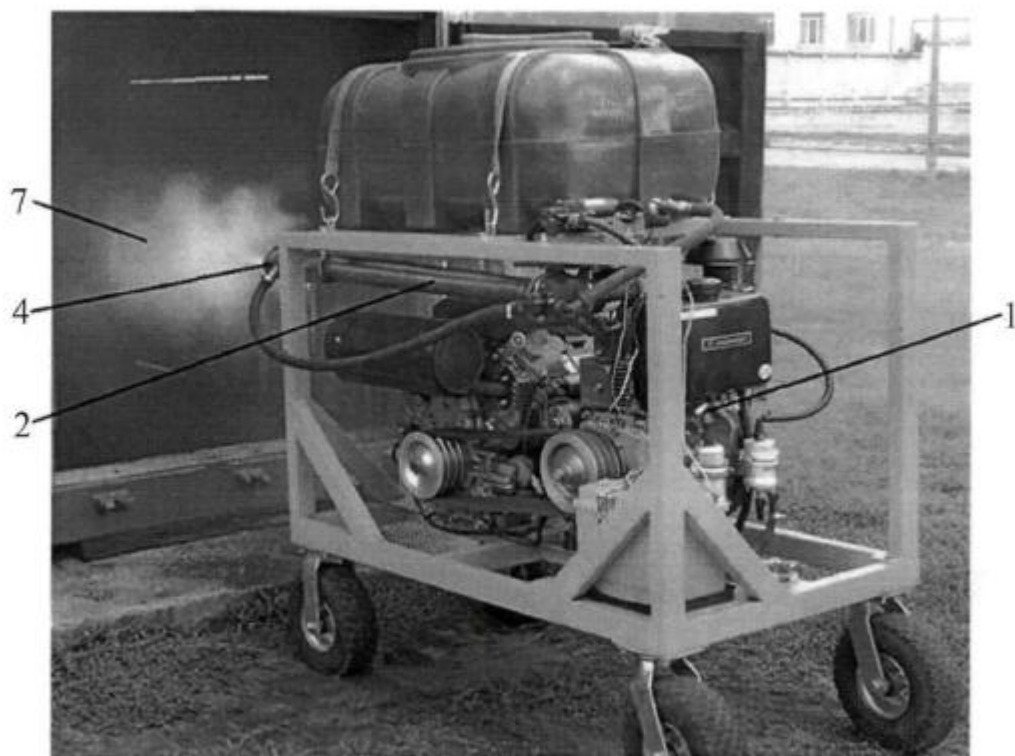


Fig. 4