

А.П. Тумко, студ.,
В.Ю. Черненко, к.т.н., доц.,
О.Ф. Луговський, проф., д.т.н.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

УЛЬТРАЗВУКОВІ КАВІТАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ РОЗПИЛЕННЯ РІДИНИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ

Інгаляційне лікування використовується протягом декількох тисяч років. Інгаляційна терапія застосовувалася стародавніми цивілізаціями в Єгипті, Греції, Індії та Китайській Народній Республіці. Про це свідчать різні експонати, представлені в музеях, які були першими знахідками та застосовувались як інгаляційні пристрої для лікування захворювань дихальних шляхів. [1]

У сучасній медицині широко використовують інгаляційну терапію для лікування різних видів захворювань, які пов'язані з дихальними шляхами. Для цього застосовують інгаляційні прилади, які створюють дрібнодисперсний аерозоль рідких лікарських рослинних екстрактів та медичних препаратів.

В наш час доступні багато типів розпилювачів, які використовують різні методи отримання рідинного аерозолу. Найбільш привабливими є ультразвукові розпилювачі, які поєднують в собі кавітаційну виконавчу частину і електронну систему керування.

Ультразвукове розпилення є ефективним методом отримання аерозолу необхідної дисперсності. Для реалізації цього методу застосовують спеціальні диспергатори, в яких ультразвукові коливання утворюються за допомогою п'єзоелектричних перетворювачів. Відомі два способи ультразвукового розпилення рідини – розпилення в тонкому шарі та розпилення у фонтані. Розпилення в тонкому шарі дозволяє отримати аерозоль з дисперсністю 5 ... 30 мкм, а розпилення у фонтані забезпечує дисперсність аерозолу в межах 0,5 ... 5 мкм [2-4]. Різні діапазони дисперсності аерозолу необхідні для забезпечення лікування як верхніх дихальних шляхів, так і альвеол легень.

Розпилення у фонтані виникає в наслідок концентрації акустичних коливань частотою 1...5 МГц, які підводяться з боку рідини поблизу її поверхні. Ультразвукові коливання вказаного діапазону вводяться в рідину за допомогою напівсферичних п'єзоелектричних перетворювачів (рис.1) або за допомогою акустичних лінз з плоскими п'єзоелектричними перетворювачами. Розпилення рідини відбувається внаслідок руйнування гребнів капілярних хвиль, що утворюються на поверхні струменів і великих крапель, які вириваються із зони фокусної точки внаслідок інтенсивних кавітаційних процесів.

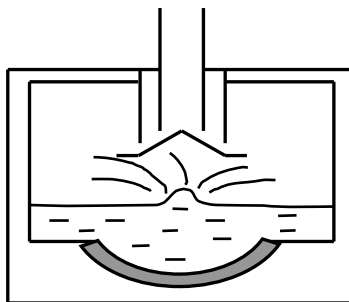


Рисунок 1 - Схема реалізації ультразвукового розпилення в фонтані з підведенням акустичної енергії з боку рідини

Розпилення рідини в тонкому шарі відбувається з поверхні тонкого шару рідини, який знаходиться на нормально віброуючій з ультразвуковою частотою поверхні. При цьому розпилення відбувається у відповідності з кавітаційно-хвильовим механізмом, при якому монодисперсні краплинки аерозолі утворюються при руйнуванні гребнів капілярних хвиль на поверхні віброуючого шару рідини (рис. 2). При цьому для досягнення необхідної амплітуди коливань поверхні розпилення застосовують акустичні трансформатори швидкості, наприклад, ступінчастої форми [5, 6].

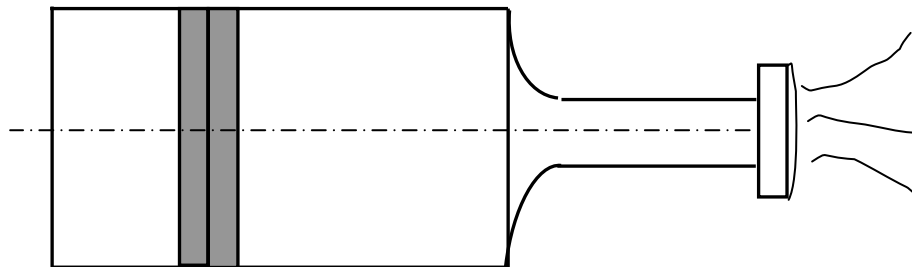


Рисунок 2 - Схема реалізації ультразвукового розпилення в тонкому шарі з підведенням акустичної енергії з боку рідини

Дисперсність аерозолі, що отримується при ультразвуковому розпиленні залежить, перш за все, від частоти коливань, що дозволяє розробити ультразвукові інгалятори на різні діапазони дисперсності [6].

Ультразвукове розпилення має деякі особливості застосування. Перш за все, ці особливості пов'язані із явищем ультразвукової кавітації, при якому кавітаційні бульбашки утворюються в фазі розрідження і руйнуються в фазі стиснення ультразвукової хвилі деформації. При цьому виникають сферичні ударні хвилі, потужні кумулятивні струмені, локально високі тиск та температура. Все це забезпечує інактивацію шкідливих для здоров'я людини мікроорганізмів, тобто забезпечує знезараження рідини. Але при цьому важливо забезпечити збереження лікувальних властивостей розчину, що розпилюється. Проведені експериментальні дослідження підтверджують стійкість до ультразвукової кавітації лікарських розчинів, а також демонструють ефект диспергування окремих компонентів, наприклад, мастил, що збільшує ефективність інгаляційних процедур за рахунок прискорення ефекту всмоктування.

Список літератури

1. Андерсон П.Ю. История аэрозольной терапии: жидкое распыление на MDI до DPI. Респираторный уход. 2005; 50 (9): 1139-1150.
2. Луговський, О. Ф. Спосіб та пристрої для отримання рідинного аерозолі / О. Ф. Луговський, А. В. Ляшок, Ю. О. Пижигов // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія машинобудування. – 2011. – № 61, том 1 . – С. 107 – 113.
3. Эгнадиосянц О.К. Получение аэрозолей. - В кн.: Физические основы ультразвуковой технологии. Под ред. Л.Д. Розенберга. - М.: Наука, 1970. - С. 339-392.
4. Луговской А.Ф., Чорный В.И., Чухраев Н.В., Мовчанюк А.В. Возможности получения мелкодисперсного аэрозоля в медицинских ингаляторах // Вестник Национального технического университета Украины „КПИ”. Машиностроение.- 2000. - Вып.38. - С. 163-168.
5. Ляшок А. В. Пристрої ультразвукового розпилення рідини в системах мехатроніки [Електронний ресурс] / А. В. Ляшок. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://kivra.kpi.ua/science/directions/ultrasound/>.
6. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. – М.: Сов. энцикл., 1979. – 400с.