

УДК 66.084.8

## Дослідження впливу зміни реологічних властивостей технологічного середовища на процеси утворення та розвиток кавітаційної області

Берник І.М., д.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

***Анотація.** Кавітаційна технологія застосовується для обробки різних за своїми властивостями середовищ та для створення нових матеріалів. Розкрито механізм трансформації енергетичного поля в усьому об'ємі середовища. Виявлено суттєву зміну реологічних властивостей оброблювальних середовищ. Вперше з'ясовано, що за своїми реологічними властивостями на етапах утворення, розвитку кавітаційної області та головним етапом процесу – сплескування бульбашок, середовище істотно відрізняється від попереднього стану. Такий висновок потребує корекції параметрів кавітаційного апарату. Разом з тим, в реальних кавітаційних апаратах реалізується незмінний режим та параметри процесу акустичної дії на оброблювальне середовище. В роботі визначено ступінь взаємовпливу реологічних властивостей середовища та акустичного випромінювача енергії на основі структурних та феноменологічних моделей досліджуваних систем.*

***Ключові слова:** технологічні середовища, властивості, режим, параметри, випромінювач енергії.*

Сучасне уявлення протікання технологічного процесу під дією кавітації, як способу обробки технологічного середовища, характеризується суттєвою змінною реологічних властивостей [1]. Визначення зміни реологічних властивостей технологічного середовища, якими є в'язкість, пластичність і пружність здійснювалося на основі використання залежності контактного тиску від зазначених параметрів. Дослідженням в'язко-пластичних властивостей технологічного середовища передувало здійснення оцінки законів зміни коефіцієнта динамічної в'язкості [2]. Для середовищ, що підкоряються лінійної зміни напруження зсуву від градієнта швидкості представлено їх як ньютонівську рідину, а за нелінійною зміною напруження зсуву від градієнта швидкості. Виявлено, що в'язкість середовища є важливим параметром, що впливає на утворення кавітаційних бульбашок, їх розвиток і на заключний етап технологічного процесу – стискування і сплескування [3]. В'язкість впливає і на утворення та розвиток форми бульбашки, яка зазвичай приймається у вигляді сфери. Прийнято, що при формуванні структури реакції середовища на коливання акустичного апарату необхідно враховувати в'язкі властивості середовища. Проведені експериментальні дослідження визначення інтенсивності ультразвукових коливань та амплітуд звукового тиску у відповідних точках вимірів технологічного середовища. Був застосований спосіб акустичного методу за допомогою гідрофонів, який є одним із перспективних для вимірювання конфігурації кавітаційної області та інтенсивності кавітаційних процесів.

У результаті експериментів та їх обробки були визначені коефіцієнти згасання коливань технологічних середовищ з різними реологічними властивостями, за якими розраховувалися коефіцієнти в'язкості. Дія в'язкості є суттєвою за малих значеннях амплітуд на початковій стадії утворення бульбашок, які мають невеликі радіуси. На бульбашки з великим початковим радіусом в'язкість впливає мало. Пояснюється це тим, що на початковій стадії бульбашки малого радіусу внаслідок дії в'язких сил стримуються в своєму збільшенні. Цей висновок є логічним і для інтенсифікації процесу кавітації для застосування керованості процесу, шляхом підвищення акустичного тиску.

Такий результат засвідчує, що процес утворення бульбашок є певною мірою спонтанним, відсутністю одночасного сплескування бульбашок і потребує наявності змінного амплітудно-частотного спектру навантаження від акустичного апарату. Визначення пружних і інерційних властивостей в умовах кавітаційної обробки технологічного середовища, розглядалося

шляхом використання залежності для визначення швидкості розповсюдження хвиль в технологічному середовищі.

Зважаючи на суттєвий вплив швидкості розповсюдження хвиль на процес кавітації, була здійснена якісна та числова оцінка її в існуючих дослідженнях [4]. Виявлено, що швидкість звуку в технологічних газорідних середовищах залежить від співвідношення газової і рідинної компонент. Суттєва відмінність між значеннями швидкості розповсюдження звуку, що наведені в існуючих роботах [5, 6] обумовлені різними умовами реалізацією кавітаційного процесу. Експериментальні дослідження вимірювання швидкості розповсюдження хвиль в технологічному середовищі здійснювалися за використання генератора імпульсів, випромінювача та трубки з технологічним середовищем. Отримані записи фіксувалися на комп'ютері у вигляді віброграм для різних технологічних середовищ. Обробкою цих віброграм і здійснювалося визначення числових значень швидкості розповсюдження хвиль, які надалі використовувалися при визначенні інших параметрів.

Важливим параметром процесу є хвильовий опір середовища, який представляє добуток щільності і швидкості звуку в ньому. Вражаючи відмінність в акустичних параметрах рідин і газів, що також опосередковано підтверджена характером і числовими значеннями різкої зміни хвильового опору. Прийнято, що будь-який етап процесу кавітації представляє собою взаємодію кавітатора з середовищем із суттєвою зміною основних їхніх характеристик. Технологічне середовище, безпосередньо взаємодіючи з робочим органом ультразвукової коливальної системи, є її акустичним навантаженням, і зі зміною у часі своїх властивостей є новим джерелом навантаження в будь-який момент зародження, розвитку та сплескування кавітаційних бульбашок і таке середовище прямо впливає на параметри ультразвукового кавітатора.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють зазначити наступне.

1. Виконані аналітичні дослідження впливу реологічних властивостей технологічних середовищ на утворення і розвиток кавітаційної області дозволили встановити закономірності взаємодії кавітаційного апарату і технологічного середовища.

2. Проведені аналітичні та експериментальні дослідження руху системи «кавітаційний апарат – середовище» на основі застосування дискретних та континуальних моделей та поетапному врахуванні стадій процесів утворення, розвитку та сплескування бульбашок кавітаційної області.

3. Отримані формули для цілеспрямованого узгодження режимів і параметрів кавітаційного апарату і технологічного середовища.

## Список літератури

1. Beryk I. Research parameters of ultrasound processing equipment dispersed in a technological environment/ I. Beryk// MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Vol. 18. – №3. – P. 3-13.
2. Берник І.М. Дослідження в'язкості дисперсних середовищ в умовах їхньої інтенсивної обробки. / І.М. Берник// Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2018. – №1 (100). – С.62–67.
3. Берник І.М. Фізичні аспекти послідовності досліджень кавітаційного процесу. / І.М. Берник, О.Ф. Луговський// Матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці». – Черкаси. 23–26 травня 2017 р. – С. 32 – 33.
4. Луговський О.Ф. Аналіз методів визначення швидкості розповсюдження хвиль в кавітаційній області ультразвукового поля./ О.Ф. Луговський, І.М. Берник // Вісник НТУ «ХП», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2016. – № 18. – С. 10-15.
5. Давиденко Л. А. Приведенные характеристики среды и акустического поля при кавитации. / Л. А. Давиденко// Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2008. – Вып. 1(29). – С. 245–250.
6. Розина Е. Ю. Звукокапиллярный метод определения скорости звука в кавитирующей жидкости./ Е. Ю. Розина// Акустичний вісник. – 2005. – Том 8. – №4. – С. 51–58.

## Investigation of the influence of changes in the rheological properties of the technological environment on the processes of formation and development of the cavitation region

**Bernyk I.M.**

***Abstract.** Cavitation technology is used to process media with different properties and to create new materials. The mechanism of energy field transformation in the whole volume of the environment is revealed. A significant change in the rheological properties of processing media was revealed. It was found for the first time that the environment differs significantly from the previous state in terms of its rheological properties at the stages of formation, development of the cavitation region and the main stage of the process - bubbling. This conclusion requires correction of the parameters of the cavitation apparatus. At the same time, in real cavitation devices the constant mode and parameters of the process of acoustic action on the processing medium are realized. The degree of interaction of rheological properties of the medium and acoustic energy emitter on the basis of structural and phenomenological models of the studied systems is determined in the work.*

***Keywords:** technological environments, properties, mode, parameters, energy emitter.*