

Сілін Р. І.  
Гордєєв А. І.  
Копицяк О. А.

Хмельницький  
національний  
університет

УДК 621.787

## ВІБРАЦІЙНИЙ КАВІТАТОР ПОРШНЕВОГО ТИПУ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ МАСТИЛЬНО- ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ ТА ЇЇ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ

*В статье проведен анализ кавитационного воздействия на СОЖ. Показано, что кавитация существенно интенсифицирует многие химико-технологические процессы в жидкостях. Приведены примеры применения кавитационных технологий на основе гидропульсатора для смешивания СОЖ и ее обеззараживания.*

*In clause the theoretical analysis of the cavitations affecting on Lubricating-cooling liquid is conducted. It is shown that cavitation significantly intensifies lots of chemical-technological processes in liquids. Examples of use cavitations technologies of vibrating fluctuations for creation cavitations in water for mixing Lubricating-cooling liquid and her disinfection are made.*

### Актуальність

Найважливішим завданням, яке стоїть перед машинобудівним комплексом, є підвищення конкурентноспроможності продукції за умови високої продуктивності і низької собівартості її виготовлення із забезпеченням заданих параметрів якості. Виконання завдань, направлених на розвиток ресурсозберігаючих і екологічно чистих технологій, передбачає значне підвищення якості продукції при значній економії ресурсів на її виробництво з поліпшенням екологічних чинників.

Вибір методів та технології виготовлення мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) та інших технологічних емульсій значною мірою впливають на трудомісткість та енергозатрати допоміжного виробництва машинобудівних комплексів. При виготовленні таких емульсій на основі води використовують різне обладнання, яке забезпечує перемішування, нагрівання, гомогенізацію диспергування. Нині все більше застосування знаходять технології з використанням гідродинамічних та інших пристроїв, в яких виконується кавітаційна обробка робочого середовища [1] з метою зміни його властивостей та знезараження.

Аналіз досліджень в напрямку удосконалення та інтенсифікації процесів знезараження води за допомогою ефектів гідродинамічної кавітації, показав, що цей метод є доволі ефективним у технології

### питання.

водопідготовки [2]. Серед відомих пристроїв, що дають змогу отримати кавітаційний режим, найбільший технологічний інтерес становлять гідродинамічні кавітаційні пристрої. У цих пристроях в потоці оброблюваного середовища утворюється місцеве просторове зниження тиску та виникає гідродинамічна кавітація за рахунок різкої зміни напрямку течії рідини. Енергія, необхідна для генерування кавітації, виникає безпосередньо з технологічного потоку, або створюється робочим органом.

На основі наведеного можна стверджувати, що дослідження, спрямовані на ґрунтовне вивчення питань, пов'язаних з кавітаційним впливом на середовище, є актуальними, мають значне економічне і народногосподарське значення.

**Аналіз останніх досліджень.** Автори [3] встановили, що магнітна обробка водної емульсії при шліфуванні кругами з надтвердих матеріалів дозволяє знизити питомі витрати алмазів при не змінній шорсткості та інтенсивності знімання матеріалу та підвищується стійкість кругу. Дослідження показали, що водна емульсія при дії магнітного поля зменшує свою в'язкість, підвищується проникливість у пори металу та поліпшуються умови змащування поверхонь.

Гідрокавітаційний вплив на зміну властивостей води має таку ж саму природу що й при дії магнітного поля на воду. Наслідком



цього є послаблення водневих зв'язків між молекулами. Крім того проточне обладнання має невеликий термін дії на зміну властивостей води, що в свою чергу призводить до повернення води до попередньої структури.

Також особливість гідрокавітаційного впливу на воду полягає в тому, що знезараження води від яєць і личинок паразитів досягається за рахунок їхнього механічного розриву ударними хвилями. Для руйнування бактерій і вірусів термобаричний вплив підсилюється локальною електромагнітною дією, коли наведені електричні потенціали пробивають їхні мембрани й оболонки.

**Мета роботи.** Створення мобільної малогабаритної вібраційної гідрокавітаційної установки для змішування МОР та безпосередньої подачі її в зону оброблення.

**Результати досліджень.** В основу запропонованого обладнання покладено завдання створення мобільної малогабаритної кавітаційної установки з багатократним проходженням рідини крізь кавітуючі елементи. Це викликає дисоціацію молекул води на радикали  $\text{OH}$  і  $\text{H}$  з виділенням коливальної енергії. Крім цього, різко збільшується швидкість реакції коливально збуджених молекул води з радикалами  $\text{H}$  з виділенням складових –  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2$  і коливальної енергії. Ці процеси насичують рідину радикалами  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^-$ ,  $\text{O}^+$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$  і коливальною енергією. При сплескуванні кавітаційних пухирців виникають електростатичні розряди, які також впливають на зміну властивостей води. Конструкція вібраційного гідрокавітатора поршневого типу для активації рідини та її знезараження показана на рис.1.

Працює устаткування наступним чином: попередньо через відкритий кран та отвір 20 заливають в циліндр 18 водну емульсію 21. Після вмикання електродвигуна 5 ексцентрик 9 починає обертатися і приводить у зворотно - поступальний рух шток 11 та поршень 13. Крізь отвори 14, з гострими крайками, багаторазово проходить водна емульсія 21. Для того, щоб водна емульсія 21 не розбризкувалась, на штокові 11 встановлено гумовий відбійник 17. При проходженні водної емульсії 21 через отвори 14 з гострими крайками у поршні 13, завдяки певному співвідношенню діаметра  $D_1$  поршня 13 до діаметра  $d_0$  отвору 14 ( $D_1/d_0 = 12$ ), підібраним, відповідно: амплітуді  $A$  та частоті  $f$  коливання поршня, у отворах 14 періодично утворюється кавітаційні порожнини, тобто, виникає гідрокавітація, яка енергетично впливає на структуру водної емульсії 21. При ході поршня вгору створюється пониження

тиску і виникають кавітаційні пухирці, які при ході поршня вниз сплескуються створюють вище зазначені ефекти: розрив та послаблення зв'язків між молекулами та руйнування бактерій і вірусів.

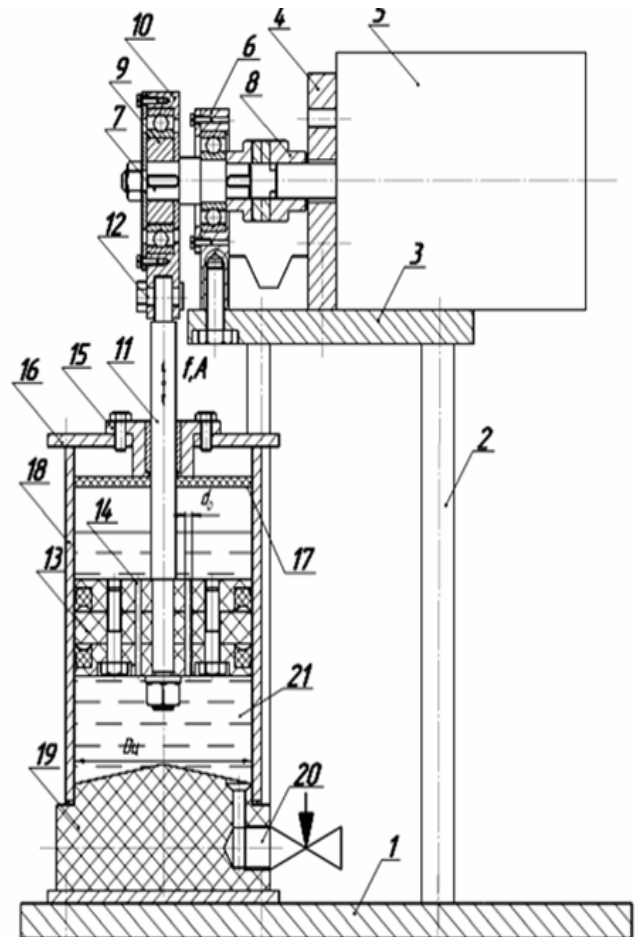
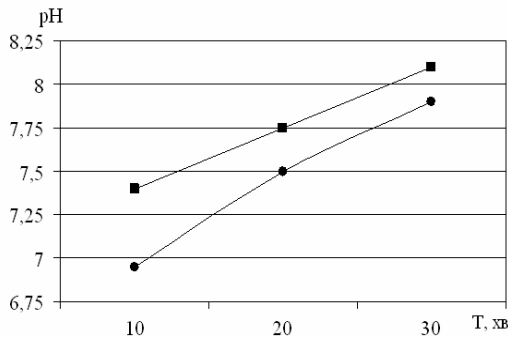


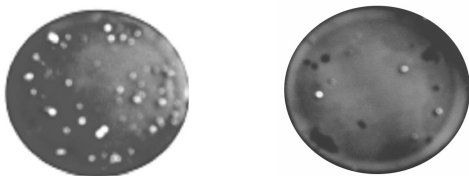
Рис. 1. Схема установки

Досліди [4,5,6], проведені на моделі установки, показали збільшення рН з 6,9 до рН 7,9 (див. рис.2), зниження сил поверхневого натягу, підвищення окислювальної здатності водної емульсії на 70%, зменшення у 2,2 рази біологічної потреби кисню для бродіння біологічних часток, а ефективність знезараження води показала на зразках зниження росту кількості колоній від 63 шт. до 3 шт (див. рис. 3).

В процесі гідрокавітаційного оброблення, завдяки порушенню водневих зв'язків між молекулами води, зменшується її в'язкість та збільшується змочування, що приводить до збільшення проникливості МОР у тріщини та пори матеріалу, що приводить до підвищення ефективності роботи МОР.

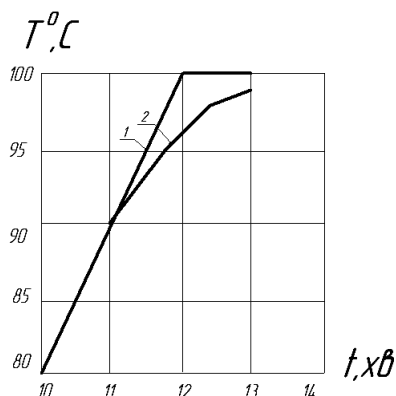


**Рис. 2. Залежність рН води від часу кавітації: ■ – зміна рН при дії гідрокавітації та магнітного поля; ● – теж при дії самої гідрокавітації**



**Рис. 3. Фотографії зразків росту колоній мікробів: а – без обробки; б – після вібраційної гідрокавітаційної обробки 30 хв**

Було проведено прямі термостатичні вимірювання нагрівання дистильованої води, проведені з точністю до 0,1°C. З'ясовано, що дистильована вода, оброблена гідрокавітацією на відміну від звичайної, не має строго певної температури кипіння. Відхилення від прямої лінії починаються вище 90°C (рис.4, крива 2). Це свідчить про нерівноцінність водневих зв'язків між молекулами води після гідрокавітаційної обробки.



**Рис. 4. Нагрівання дистильованої води: 1 – не обробленої; 2 – після гідрокавітаційного оброблення**

Експериментальне обладнання зображено на рис.5.



**Рис. 5. Загальний вигляд експериментальної установки**

**Висновки.** Запропонована конструкція вібраційного кавітатора поршневого типу для активації рідини та її знезараження може застосовуватися, як при змішуванні водних емульсій полімерних мастильно-охолоджуючих рідин при їх приготуванні, так і перед подачею її в робочу зону обробки на верстаті. Застосування, обробленої гідрокавітацією, водної емульсії дає підвищення стійкості ріжучого інструменту та знижує травматизм від бактеріцидного зараження робітника крізь порізи та подряпини.

#### Література

1. Богданов В.В. эффективные малообъемные смесители / В.В. Богданов, Е.И. Христофоров, Б.А. Клоцунг. – Л.: Химия, 1989. – 224с.
2. Вітенько Т.М. Хімічна дія гідродинамічної кавітації / Т.М. Вітенько // Збірка восьмої наукової конференції ТДТУ ім. Івана Пулюя. ТДТУ.–Тернопіль: – 2004. – С. 136.
3. Худобин Л.В., Глузман А.Л., Гурьянихин В.Ф. Применение омагниченных водных емульсий при алмазном шлифовании / Л.В. Худобин, А.Л. Глузман, В.Ф. Гурьянихин // Синтетические алмазы. – 1972, №3. – С. 47-49.
4. Сілін Р.І. Кавітаційно магнітна обробка води і вібраційне обладнання / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. Хмельницький. – 2009, №1. – С. 50-56.
5. Сілін Р.І. Науково – технічні основи розроблення вібротехніки для впливу на властивості води / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 4(56) – С. 141 – 148.
6. Сілін Р.І. Кавітаційно – магнітна обробка води та вібраційне обладнання на основі гідропульсатора / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв // Сб.тр.ІІ між-н-т. конференції «Современные достижения в науке и образовании», г.Нетанія, Ізраїль. – Хмельницький: ХНУ, 2008. – С.46 – 49.