

## Система для ультразвукового кавітаційного очищення води

## Система для ультразвуковой кавитационной очистки воды

## System for ultrasonic cavitation water treatment

1. Номер державної реєстрації теми - 0117U007179,

2. Науковий керівник - к.т.н., доц. Гришко І.А., Гришко І.А., Gryshko Igor

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.) Виконано аналіз існуючих кавітаційних технологій та ультразвукового кавітаційного технологічного обладнання та з'ясовані можливі шляхи підвищення ефективності технологічних процесів за рахунок створення кавітаторів з високою інтенсивністю ультразвукових коливань.

Виявлені основні типи мікроорганізмів які можуть бути присутні у бактеріально забрудненому середовищі.

Проведені попередні мікробіологічні дослідження впливу ультразвукової кавітації на мікроорганізми з отриманням відповідних актів.

Розроблені математичні моделі дали можливість провести чисельне моделювання роботи концентраторів акустичних коливань у рідкому середовищі.

Розроблена гідравлічна схема дала можливість провести відповідні дослідження для випробування впливу ультразвукової кавітації на мікроорганізми в потоці з можливістю керування основними параметрами цієї системи.

На основі проведених експериментальних дослідженнях по визначенню оптимальних параметрів тиску та типів використаних у конструкції кавітаційного обладнання матеріалів, надані рекомендації зі створення проточних кавітаційних камер, в яких за рахунок концентрації ультразвукових коливань забезпечується висока інтенсивність коливань та довговічність випромінюючих поверхонь в умовах кавітуючого середовища.

Запропоновано використання ультразвукових кавітаторів для використання на фінальному етапі водопідготовки плавальних басейнів. На прикладі конкретного прикладу проведені відповідні розрахунки з підбором необхідного обладнання.

Проведено експериментальне дослідження процесів ультразвукового знезараження та ультразвукового фільтрування на прикладах практичного застосування в спеціалізованих закладах, з отриманням відповідних актів.

Розроблена та перевірена на працездатність конструкція проточного кавітатора для знезараження малих об'ємів води.

(рос.) Выполнен анализ существующих кавитационных технологий и ультразвукового кавитационного технологического оборудования и выяснены возможные пути повышения эффективности технологических процессов за счет создания кавитаторов с высокой интенсивностью ультразвуковых колебаний.

Выявлены основные типы микроорганизмов которые могут присутствовать в бактериально загрязненной среде.

Проведены предварительные микробиологические исследования влияния ультразвуковой кавитации на микроорганизмы с получением соответствующих актов.

Разработанные математические модели позволили провести численное моделирование работы концентраторов акустических колебаний в жидкой среде.

Разработана гидравлическая схема позволила провести соответствующие исследования для испытания воздействия ультразвуковой кавитации на микроорганизмы в потоке с возможностью управления основными параметрами этой системы.

На основе проведенных экспериментальных исследованиях по определению оптимальных параметров давления и типов используемых в конструкции кавитационного

оборудования материалов, даны рекомендации по созданию проточных кавитационных камер, в которых за счет концентрации ультразвуковых колебаний обеспечивается высокая интенсивность колебаний и долговечность излучающих поверхностей в условиях кавитирующей среды.

Предложено использование ультразвуковых кавитаторов для использования на финальном этапе водоподготовки плавательных бассейнов. На примере конкретного примера проведены соответствующие расчеты с подбором необходимого оборудования.

Проведено экспериментальное исследование процессов ультразвукового обеззараживания и ультразвуковой фильтрации на примерах практического применения в специализированных учреждениях, с получением соответствующих актов.

Разработана и проверена на работоспособность конструкция проточного кавитатора для обеззараживания малых объемов воды.

**(eng.)** A clear analysis of the efficient cavitation technologies and ultrasonic cavitation technological possession and the possible way to improve the efficiency of technological processes for the development of the stem of the cavitators with the high intensity of the ultrasound intensity

Found the main types of microorganisms, which can be present at the bacterially obstructed middle.

Carrying out prior microbiological follow-up to the flow of ultrasonic examination on microorganisms from the exemptions of the current acts.

The breakdown of mathematical models made it possible to carry out a numerical simulation of robotic concentrators in acoustic cabins near a rural environment.

The revised hydraulic scheme made it possible to carry out preliminary studies for the injection of ultrasonic cavitation on microorganisms in the process of flowing through the basic parameters of the system.

Carrying on osnovi experiential doslidzhennyah on viznachennyu optimally parametriv vise that tipiv vikoristanih in konstruktsii kavitatsiynogo obladnannya materialiv, nadani rekomendatsii Zi stvorenniya kavitatsiynih flow-through chambers, yakih for rakhunok kontsentratsii Ultrasonic Oscillations Oscillations zabezpechuetsya Visoka intensivnist that dovgovichnist viprominyuyuchih poverhon in Minds kavituuyuchogo seredovischa.

The proposition of ultrasonic cavities for the final stage of water preparation of swimming pools. On the buttstock of a specific butt, we carried out the appropriate design with the selection of the necessary possession.

An experimental advancement of the processes of ultrasonic treatment and ultrasonic filtration was carried out on the butts of a practical fixation in special mortgages, with respect to all types of acts.

It has been revised and reconverted to the proprietary design of the flow-through cavitator for the infection of small volumes of water.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Патент 120452 UA, МПК В05В 17/06 (2006.01) Спосіб ультразвукового кавітаційного очищення поверхонь / Луговський Олександр Федорович (UA ); Омелич Михайло Федорович (UA ); Мовчанюк Андрій Валерійович (UA ); Фесіч Володимир Петрович (UA ); Луговська Катерина Олександрівна (UA ); Ляшок Аліна Вікторівна (UA ); Гришко Ігор Анатолійович (UA ) ; заявник Товариство з обмеженою відповідальністю "ПОЛІТЕКО ЕДЖ". — № а201512188; заявл. 10.11.2016 ; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21 <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/325870/>

- Луговський О.Ф., Бернік І.М., І.А., Зілінський А.І., Луговська К.О., Храменков О.В.корисна модель; Назва об'єкту ІВ - «Спосіб підготовки води в басейнах для плавання із застосуванням ультразвуку» ; Назва охоронного документу - Патент України на корисну модель, Бюл. № 3; № 132117 дата 11.02.2019 <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1089852/>

- Патент України на винахід № 120803 Ультразвуковий пристрій для обробки рідини Луговський Олександр Федорович (UA), Мовчанюк Андрій Валерійович (UA), Гришко Ігор Анатолійович (UA), Фесіч Володимир Петрович (UA), Луговська Катерина Олександрівна (UA), Зілінський Андрій Іванович (UA), Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3 <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1414251/>

- Патент №144597 Мобільний ультразвуковий пристрій для обробки рідини, Винахідники Луговський Олександр Федорович [UA], Берник Ірина Миколаївна [UA], Мовчанюк Андрій Валерійович [UA], Гришко Ігор Анатолійович [UA], Фесіч Володимир Петрович [UA], Луговська Катерина Олександрівна [UA], Зілінський Андрій Іванович [UA], Шульга Аліна Вікторівна [UA] Опубл. 12.10.2020, Бюл №19 <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1458266/>.

## **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Для можливості створення ефективної системи водопідготовки, одним із основних елементів якої є ультразвуковий кавітатор високої інтенсивності, необхідно враховувати не лише реологічні властивості рідини, її хімічний склад, чи кількість та геометричні параметри механічних домішок але й кількісний та якісний склад мікроорганізмів які знаходяться в рідині. Адже залежно від виду мікроорганізму, для його знищення необхідно затратити певний пороговий рівень енергії. Тому визначення енергії схлопування кавітаційного пухирця, яке відбувається при проходженні ультразвукової хвилі певної інтенсивності через рідину, є першочерговим завданням разом з визначення розподілу цієї енергії в кавітаційній камері. Проведені математичні дослідження виділення енергії та її розподілення дають нам змогу спрогнозувати роботу розробляємої кавітаційної системи водопідготовки не застосовуючи на початкових етапах натурні лабораторні дослідження. Хоча цей факт в жодному разі не виключає необхідність їх проведення для визначення ефективності роботи всієї системи.

## **6. Економічна привабливість для просування на ринок.**

Застосування розроблених виконавчих пристроїв та технологій дозволяє суттєво покращити їх показники продуктивності, екологічної безпечності та довговічності. Деякі технології відрізняються світовою новизною. Технологія ультразвукового кавітаційного знезараження рідин дозволяє відмовитися від хімічних реагентів та суттєво підвищити енергоефективність та довговічність кавітаційного обладнання.

## **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Споживачами розроблених технологій та обладнання можуть бути промислові підприємства, пункти громадського харчування, підприємства машинобудівної та хімічної промисловості, сільськогосподарські виробництва, приватні користувачі.

## **8. Стан готовності розробки.**

Виготовлені експериментальні зразки кавітаційного обладнання, виконані окремі впровадження, які підтвердили ефективність роботи кавітаційних виконавчих пристроїв. Підготовлена технічна документація.

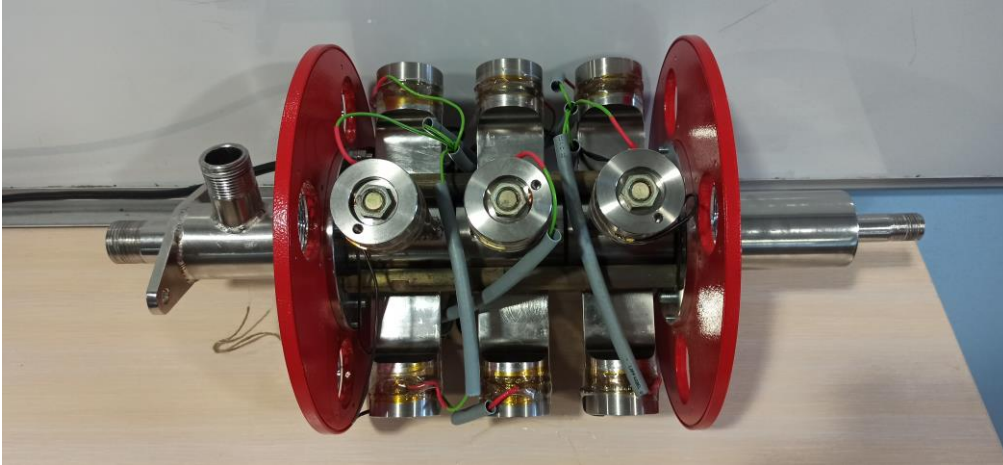
## **9. Існуючі результати впровадження.**

Результати роботи впроваджені на потужностях ТОВ «АШЕР 8», ПрАТ «Цикорій» та холдингу «Five Stones Holding Corp» (Сполучені Штати Америки).

## **10. Назва організації, телефон, E-mail**

**КПІ ім. Ігоря Сікорського, Механіко-машинобудівний інститут, (044) 454-92-00, [o.savitch@kpi.ua](mailto:o.savitch@kpi.ua)**

## 11. Фото розробки



Ультразвуковий кавітаційний реактор для знезараження рідин з видаленням продуктів розпаду мікроорганізмів



Система для випробування ультразвукового кавітаційного реактору для знезараження рідин з видаленням продуктів розпаду мікроорганізмів



Впровадження ультразвукового кавітаційного реактору для знезараження рідин з видаленням продуктів розпаду мікроорганізмів



### Мобільна установка для знезараження рідин

#### 12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки.

1. Луговской А.Ф., Фесич В.П., Зилинский А.И., Лавриненков А.Д. Повышение производительности ультразвуковых распылителей жидкости // *Mechanics and Advanced Technologies*, 2 (80), 2017, с. 113-122 <http://dx.doi.org/10.20535/2521-1943.2017.80.111878>

2. О. Ф.Луговской, И. А. Гришко, А. И. Зилинский, Б. В. Пацёла. Влияние статического давления на интенсивность ультразвуковой кавитации в водных средах // *Химия и технология воды*. – 2018. – №40. – С. 285–299. [http://jwct.org.ua/docs/285-299-1356-grishko\\_edited](http://jwct.org.ua/docs/285-299-1356-grishko_edited).

3. Луговской А. Ф. Повышение эффективности технологии ультразвукового обеззараживания сточных вод / А. Ф. Луговской, И. А. Гришко, И. Н. Берник. // *Химия и технология воды*. – 2018. – №40. – С. 191 – 203. [http://jwct.org.ua/docs/191-203-1357-grishko\\_edited.pdf](http://jwct.org.ua/docs/191-203-1357-grishko_edited.pdf)

4. К. О. Луговська, А. І. Зілінський, О. О. Коваленко. Особливості застосування ультразвукових коливань в технології фільтрування рідини // *Mechanics and Advanced Technologies*. – 2018. – №83. – С. 11–17. <https://dx.doi.org/10.20535/2521-1943.2018.83.123920>

5. Д.Р. Абдулина Сезонная динамика бактерий коррозионно-активных биопленок, образующихся на поверхности водоочистных сооружений / Д.Р. Абдулина, И.Н. Курмакова, Е.С. Бондарь, Н.Р. Демченко, А.И. Бондаренко // *Химия и технология воды*. – 2019. – №41. – С. 76 – 91. <http://jwct.org.ua/docs/t41-n1-267-abdulina-for-site.pdf>

6. А. І. Зілінський, О. Ф. Луговський, І.А. Гришко, М. Г. Кришук та ін. Моделирование ударной взаимодействия частицы броду с фильтроэлементом при ультразвуковом кавитационном фильтровании // *Mechanics and Advanced Technologies*. – 2020. – №88. – С. 58–65. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2020.88.201335>

7. О. Ф.Луговський, А. І. Зілінський, А. В. Шульга, І. А. Гришко. Возможности регенерации фильтрующих перегородок // *Mechanics and Advanced Technologies*. – 2020. – №89. – С. 55–64. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2020.88.201335>

8. Ultradźwiękowy system odpowietrzania oleju hydraulicznego / [І. А. Гришко, А. І. Зілінський, Я. Стричек та ін.]. // «NAPĘDY I STEROWANIA HYDRAULICZNE I PNEUMATYCZNE 2018». – 2018.

9. І. А. Гришко, А. І. Зілінський, І. В. Ночніченко та ін.]. Poprawa procesow technologicznych z wykorzystaniem zjawiska kawitacji // «NAPĘDY I STEROWANIA HYDRAULICZNE I PNEUMATYCZNE 2018». – 2018.

10. Bondarenko A, Topchiy A, Abdulina D. Synthesis of metabolites by sulfate-reducing bacteria under influence of polymeric and rubber materials. “Youth and Progress of Biology”: XV

International Scientific Conference for Students and PhD Students, dedicated to the 135th anniversary of J. Parnas (Lviv, April 9–11, 2019): abstracts. Lviv, 2019. P. 99. [http://bioweb.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/04/Program\\_YPB\\_2019-2.pdf](http://bioweb.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/04/Program_YPB_2019-2.pdf)

**13. Надати ключові слова до розробки.**

Кавітація, мікроорганізм, ультразвук, бактерії, механічне забруднення, тонкість фільтрації, водопідготовка, інтенсивність ультразвукових коливань, ультразвукові виконавчі пристрої, резонансні розміри, мода коливань, каверна, знезараження, інактивація мікроорганізмів, «п'яна частинка».