

УДК 621.647.23

Фільтрування рідини в умовах ультразвукової кавітації

Луговський О.Ф., Гришко І.А., Зілінський А.І.

КІП ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: В роботі наведено такі процеси як: фізичні процеси що відбуваються при дії кавітаційних пухирців, фільтрування рідини від механічних домішок, інактивація мікроорганізмів в кавітуючому середовищі, гомогенізація рідких компонентів, активація рідин. Запропоновано ультразвуковий кавітатор у вигляді трубчастого реактора, в якому за допомогою трансформаторів коливальних швидкостей відбувається резонансні коливання з фокусом у центрі реактора.

Ключові слова: фільтрування; кавітація; домішки; ультразвуковий кавітатор

Фільтрування рідини є важливою складовою в багатьох технологічних процесах. Підготовка технологічної рідини вимагає її очищення від засмічування механічними домішками, ліквідації фракційного розшарування, знезараження від шкідливих мікроорганізмів, гомогенізації, а інколи, і активації[1]. В техніці пропонується багато різноманітних способів і апаратів для їх реалізації, які дозволяють підготувати технологічну рідину за окремими параметрами. Застосування вказаного обладнання[2] суттєво ускладнює гідросистеми технологічних процесів, понижуює їх надійність та скорочує час безперервної роботи.

Для комплексного вирішення проблеми запропоновано застосувати можливості ультразвукової кавітації [3], що дозволить здійснити комплексу підготовку технологічної рідини за допомогою одного апарату. Для обробки рідини апарат використовує фізичні процеси, які супроводжують явище ультразвукової кавітації, при якій в рідині в фазі розрядження хвилі деформації утворюються парогазові кавітаційні бульбашки. В фазі стиснення вони схлопуються з утворенням сферичних ударних хвиль, високоенергетичних кумулятивних струменів та мікротечій.

Фільтрування рідини від механічних домішок[4] відбувається за рахунок надання домішкам в ультразвуковому полі інтенсивного коливального режиму руху, який знижує вірогідність потрапляння домішок в пори фільтрувальної штори. Коливальний рух частинок забруднювача призводить до їх зіткнення, коагуляції та осадження в сміттєзбірник. Інтенсивні ультразвукові коливання зменшують поверхневе тертя в фільтрувальній шторі, що сприяє підвищенню продуктивності апарату.

Інактивація мікроорганізмів в кавітуючому середовищі[5] відбувається за рахунок:

- механічного руйнування мікроорганізмів ударними сферичними хвилями і кумулятивними струменями, що утворюються при схлопуванні кавітаційних бульбашок;

- локального підвищення тиску до 1000 МПа і температури до 10000С при схлопуванні кавітаційних бульбашок;

- інтенсифікації окислювальних процесів в кавітаційній області.

Гомогенізація рідких компонентів відбувається за рахунок турбулентного перемішування на молекулярному рівні інтенсивними мікротечіями, що виникають при коливаннях і схлопуванні кавітаційних бульбашок.

Активація рідин відбувається за рахунок створення в мікрооб'ємах схлопуючих кавітаційних бульбашок умов для виникнення електричних зарядів, сприяючих дисоціації та іонізації молекул, а також атомів і вільних радикалів, які сприяють інтенсифікації хімічних процесів.

Для реалізації вказаних можливостей в апараті, що пропонується[6], застосований проточний ультразвуковий кавітатор у вигляді циліндричного трубчастого вібратора резонансних коливань. Збудження вібратора здійснюється за допомогою ультразвукових складених приводів поздовжніх переміщень. Приводи поздовжніх переміщень мають

ножевидні трансформатори коливальної швидкості, які приєднані до трубчастого вібратора на зовнішній твірній поверхні і сприяють мінімізації впливу місця з'єднання на радіальні коливання вібратора.

Фокусуючи властивості поверхні випромінювання трубчастого вібратора дозволяється з високою ефективністю ввести в рідину ультразвукові коливання малої інтенсивності, а за рахунок фокусування підняти інтенсивність до високого рівня, достатнього для інактивації широкого спектру мікроорганізмів.

Проведені експериментальні та аналітичні дослідження підтверджують перспективність застосування подібного технологічного обладнання.

Filtering of fluid under ultrasonic cavitation

Luhovskyi O., Gryshko I., Zilinskyi A.

Abstract: The following processes are presented: physical processes occurring under the influence of cavitation bubbles, filtration of liquids from mechanical impurities, inactivation of microorganisms in a cavitating medium, homogenization of liquid components, activation of liquids. An ultrasonic cavitator in the form of a tubular reactor is proposed in which resonant oscillations with a focus in the center of the reactor occur with the help of oscillatory velocity transformers.

Keywords: filtering; cavitation; impurities; ultrasonic cavitator

Фильтрация жидкости в условиях ультразвуковой кавитации

Луговской О.Ф., Гришко И.А., Зилинский А.И.

Аннотация: В работе приведены следующие процессы: физические процессы происходящие при воздействии кавитационных пузырьков, фильтрация жидкости от механических примесей, инактивація мікроорганізмів в кавитуючій середі, гомогенізація жидких компонентів, активація жидкостей. Предложено ультразвуковой кавитатор в виде трубчатого реактора, в котором с помощью трансформаторов колебательных скоростей происходит резонансные колебания с фокусом в центре реактора.

Ключевые слова: фильтрование; кавитация; примеси; ультразвуковой кавитатор

Список літератури

1. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Глав. ред. И. П. Голямина. - М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
2. Хмелев, В. Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве / В. Н. Хмелев, О. В. Попова // Тр. Алт. гос. техн. ун-та им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2004. – 160 с.
3. Луговской А.Ф. Ультразвуковая кавитация в современных технологиях / А.Ф. Луговской, Н.В. Чухраев. - К.: Видавнично-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. - 244 с.
4. Зілінський А.І. Математична модель процесу фільтрації в ультразвуковому полі підвищеної інтенсивності / Зілінський А.І., Луговський О.Ф., Гришко І.А., // Вісник НТУУ "КПІ". Серія Машинобудування 2015р. – №74 – С. 11-17.
5. Луговской А.Ф. Оценка методов обеззараживания воды / А. Ф. Луговской, А. В. Мовчанюк, И. А. Гришко // – Вест. Нац. техн. ун-та Украины «Киев. политехн. ин-т» : серия «Машиностроение». – 2008. - № 52. – С.103-111.
6. Пат. 108589 Україна, МПК6 С 02 F 1/36, С 02 F 1/48, В 01 D 33/03, В 01 D 39/12. Ультразвукове кавітаційне обладнання / Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Зілінський А.І., Луговський О.О.; заявл. 01.07.14.; опубл. 12.05.15, Бюл. № 9.