

УДК 628.316.6

Петрик Б.В.¹, Назаренко О.М.²

¹ студ. гр. Е-250 НУ «Запорізька політехніка

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

КАВІТАЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Кавітація - фізичний процес утворення бульбашок у рідких середовищах, з подальшим їх схлопуванням та вивільненням великої кількості енергії, що супроводжується шумом та гідравлічними ударами. Кавітаційні бульбашки можуть містити розріджену пару. В основі створення кавітаційного пристрою закладено використання ефекту гідроднамічної кавітації. Можливість використати такий ефект за допомогою сопла Лавалю. Тобто такий пристрій буде містити кавітатор, з'єднаного між собою патрубками. При цьому модуль кавітаційного теплогенератора забезпечені індивідуальними тепловими датчиками та індивідуальними трубопроводами відведення гарячої води з них через сполучні патрубки, а в місцях перетину патрубків та трубопроводів розміщені запірні пристрої. Трубопровід подачі води з бака-акумулятора пристрою має водяний насос.

Гідродинамічна кавітація характеризується тим, що вся маса рідини бере участь у процесах утворення, розвитку та схлопування кавітаційних бульбашок. Створюються умови генерування кавітаційних бульбашок, близьких за величиною діаметра. Газу та пари всередині бульбашки стискаються, інтенсивно виділяючи тепло, за рахунок якого підвищується

температура рідини безпосередньої близькості від бульбашки, і, таким чином, створюється гаряча область. Точні значення температур та тисків, які досягаються при схлопуванні бульбашки, важко визначити як теоретично, так і експериментально.

Сьогодні вода до користувачів надходить після очищення хлоруванням. Хлор, безумовно, вбиває шкідливі мікроорганізми, проте, водночас він згубний для людського організму. Новий спосіб очищення води придатний для світових масштабів та має відносно низьку ціну.

Вода високої якості потрібна як для питних цілей, так й у технологічних процесах підприємств харчової, фармакологічної промисловості, сільського господарства. Особлива проблема, з якою стикаються фахівці, і споживачі – це мікробіологічна безпека води, адже навіть вода з підземних джерел може містити поодинокі клітини патогенних мікроорганізмів, але основну загрозу становить вода, яка вдруге забруднюється мікробами при порушенні герметичності водопровідної мережі.

Запаси прісної води в Україні значні, але якість такої води є досить низькою і тому потрібні витрати на очищення для її використання. Існуючі способи водопідготовки води з метою знезараження та очищення складають множинні методи. Здебільшого вони реагентні та, надаючи бактерицидний ефект, погіршують хімічний склад та органолептичні властивості води. Реагентний метод очищення стічних вод від важких металів передбачає хімічне перетворення високотоксичних розчинів на нетоксичні сполуки. Реагентами можуть виступати гідроксиди калію та натрію, карбонат натрію, сульфід натрію. Серед хімічних методів знезараження найпоширенішим на даний момент часу є хлорування, тому що не викликає труднощів при використанні. Він активний і має широкий спектр антимікробної дії, легко дозується та контролюється. Для знезараження та очищення води в основному використовують зріджений хлор, що зберігається під тиском у спеціальній тарі, а також препарати з хлором та активним хлором, що отримується методом електролізу на місці споживання. Найменш ефективне хлорування щодо вірусів.

Знезараження стічних вод з використанням електричного поля та ефекту кавітації можуть бути рекомендовані для високоефективного знезараження та очищення води. При цьому основним параметром знезараження при постійних струмових значеннях є час впливу електричного поля на використану воду.

Для того щоб вивчити особливості води після обробки електричним і магнітним полем, а також після проходження води через кавітатор було експериментально розраховано електричний опір води, де після відповідних розрахунків коефіцієнт опору води зменшується.

У великому промисловому виробництві, і коли виправдано застосування апарату щодо лише технологічного процесу, найбільш ефективним є використання спеціально спроектованого пристрою для даного технологічного процесу. Універсальні пристрої проектуються таким чином, щоб були максимально задіяні та давали найбільшу віддачу основним факторам впливу на рідке оброблюване середовище.

Технічний результат запропонованої корисної моделі – стійкість кавітаційного процесу, що забезпечує підвищення надійності роботи при очищенні на спрощення конструкції та можливої комбінації з іншим методом очищення. Головна особливість розробленої корисної моделі гідродинамічного кавітаційного пристрою для рідких середовищ полягає в тому, що апарат досить простий в експлуатації. У зоні кавітації формується надзвуківий перебіг двофазного середовища, яке в умовах тертя переходить у дозвуковий режим при стрибку тиску.

Засновник електричної теорії сонолюмінесценції Я. І. Френкель ще 1940 р. припустив, що кавітаційні порожнини у питній воді виникають так само, як тріщина в твердому тілі. Можливо у кавітаційних бульбашках відбуваються електричні розряди в результаті електризації рідини, і можливо бачити світіння цих мікроскопічних розрядів.

Використання водних розчинів оброблених в електричному полі інтенсифікує та стабілізує процес біохімічного окислення та дозволяє збільшити продуктивність комбанованих очисних систем. Вода, очищена в даній установці, змінює свій енергетичний стан, покращує засвоєння клітинами організму і благотворно впливає на процеси обміну речовин: прискорює виведення шлаків і сприяє найбільш повному засвоєнню поживних речовин. Структурована вода - це потужний біостимулятор, що прискорює вироблення ендогенних гормонів, що стимулює секреторну функцію кишечника, нормалізує обмінні процеси, окисно-відновний потенціал клітин.

При кавітаційній обробці води у ній протікають складні фізико-хімічні процеси. Жорсткість зменшується, тобто відбувається пом'якшення води. Електропровідність знижується. Кольоровість зменшується більш ніж 2 рази, внаслідок розпаду молекул гумінових кислот на радикали, які випадають у осад. Внаслідок інтенсивної кавітації практично повністю знешкоджуються у воді мікробіологічні домішки: бактерії та віруси. Безреагентний спосіб кавітаційного водоочищення дозволяє здійснити глибоке очищення води за збереженням у ній біологічно важливих організму мікроелементів (кальцію, магнію, калію, фтору). Суть будь-якого способу водоочищення полягає в тому, щоб розчинені у воді речовини перевести в нерозчинні або газоподібні, а потім їх видалити. Процес кавітаційної обробки стічних та природних вод

поєднується з процесом аерації та дегазації. Аерація – це процес збагачення киснем, а дегазація – видалення розчинених газів.

Ефективність бактерицидної дії кавітації залежить від її інтенсивності та часу дії. На ефективність кавітації не впливає ні каламутність, ні сольовий склад води, ні кольоровість вихідної рідини. При кавітаційному впливі руйнуються колоїди та частки, усередині яких можуть утримуватися бактерії. Тим самим хвороботворні організми позбавляються захисту перед іншими факторами кавітаційного впливу: хімічними, фізичними, електричними. Кавітаційне знезараження знищує навіть сильні суперечки цвілі.

Застосування такого методу очищення пропонується встановлене експериментальним розрахунком створення пристрою, де вибираються оптимальне відношення площі поперечного перерізу бічної поверхні робочої камери кавітаційного гідродинамічного пристрою. Також пропонується схема для розрахунку кавітаційного гідродинамічного пристрою.

Кавітаційна обробка як один із способів фізичного впливу на рідину вважається новим екологічним методом знезараження, тому що є безреагентним методом знезараження рідин. Безреагентні методи очищення та дезінфекції не забруднюють природне середовище хімічними речовинами, не надають шкідливого чи дратівливого впливу на організм людини при контакті з очищеною водою та іншими рідинами.

Запропонований спосіб може бути використаний у галузі водопідготовки стічної води для приватних будинків, котеджів та промислових підприємств, а також сільського та комунального господарства, як у централізованих, так і децентралізованих системах водопостачання.

Експериментальні розрахунки[1] дозволили встановити, що знезаражуюча дія впливає на оброблюване гідротехнологічне середовище. В першу чергу, на основі води та її похідних, обумовлена ударно-динамічним, акустико-хвильовим ефектом стерилізації та супутніх йому явищ хімічної та електромагнітної природи, що підсилюють результат.

Висновок. Застосування гідроударної технології дозволяє на прикладі стічної води показати застосовування у знезараженні та бактерицидної дії на оброблювану рідину за рахунок ударно-динамічного фактора на збереження ефекту стерилізації рідини води.

Знезаражуюча дія ефекту кавітації має дуже великий ефект і в системі з гідроударною технологією на оброблювані гідротехнологічні середовища, на основі води та її похідних, обумовлено ударно-динамічним, акустико-хвильовим ефектом стерилізації та супутніх йому явищ фізичної та електромагнітної природи, що підсилюють результат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Некоз О. І. Кавітаційна технологія очищення стічних вод від токсичних речовин / О. І. Некоз, О. А. Литвиненко, Р. В. Логвінський // Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. – № 2 (66). – С. 112–115.