

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБЛЕННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ У ГЕНЕРАТОРАХ КАВІТАЦІЇ

Сухацький Ю. В.

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна
sukhatsky@i.ua

Суттєве зростання вартості енергоносіїв, що є наслідком світової енергетичної кризи, обумовлює пошук нетрадиційних джерел енергії, зокрема, й теплової. Загальновідомою є можливість генерування теплової енергії у кавітаторах різних типів і, відповідно, інтенсифікації хіміко-технологічних процесів, зокрема гетерогенних процесів очищення водних середовищ від твердофазних дисперсних частинок і токсичних органічних сполук.

У численних працях дослідників (Gogate, Sivakumar, Entezari, Al-Bastaki, Ozonek, Федоткін, Нефедов, Гелер, Оболенський, Некоз тощо) зазначено, що на ефективність кавітаційного оброблення водних гетерогенних середовищ, яку зручно оцінювати за енергетичними характеристиками (витратами енергії на створення, розвиток кавітаційної області, її підтримання на певному рівні; питомими енерговитратами, а також кількістю теплової енергії, що виділяється внаслідок кавітації тощо), впливають як технологічні параметри оброблення (тиск на вході у кавітатор, кратність оброблення), так і особливості конструкції генераторів кавітації (кількість, геометричні характеристики і просторове розміщення робочих елементів тощо). Тому предметом досліджень було визначення оптимальних умов кавітаційного оброблення водних середовищ, що передбачало оцінювання ефективності оброблення за величиною теплової енергії, що виділялась внаслідок кавітації.

Для генерування кавітаційних полів застосовували гідродинамічний кавітатор струменевого типу із номінальною потужністю приводу насоса 1,1 кВт та системою профільованих сопел змінного діаметру, розміщених під певним кутом. Кут між соплами регулювали за допомогою шарнірного механізму, тиск на вході у кавітатор – байпасом. Область варіювання параметрів оброблення для: тиску – 0,36...0,6 МПа; діаметра сопла – 1...2,2 мм; кількості сопел – 3...7 од.; кута атаки струменів – 36...180 град. Параметри вихідної води: температура – 291 ± 5 К, рН $7,51 \pm 0,05$, ОВП 225 ± 10 мВ. Тривалість оброблення – 1800 с.

Оптимізацію конструкції кавітатора здійснювали на основі аналізу енергетичної поверхні – графічної інтерпретації 4-факторної мультиплікативної математичної моделі (теплова енергія як функція тиску на вході у кавітатор, діаметра сопла, кількості сопел та кута атаки струменів – кута між осями сопел), побудованої з використанням методу послідовного виключення впливу незалежних змінних – методу Брандона.

Встановлено, що оптимальні умови для здійснення процесу кавітаційного оброблення води знаходяться в площині значень тиску на вході у кавітатор – 0,54...0,6 МПа, діаметра сопла – $1,6 \pm 0,1$ мм, кількості сопел – 4...5 од., кута атаки струменів – 144...170 град. За таких умов величина теплової енергії, що виділялась внаслідок кавітації, була більшою 2,5 МДж.

Про придатність застосування методу Брандона для оптимізації кавітаційного оброблення водних середовищ свідчать величини коефіцієнта детермінації та середньої відносної похибки апроксимації, що становлять, відповідно, – 0,792 та 5,85 %.