

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБУХУ, ЩО ВИКЛИКАНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИМ РОЗРЯДОМ В РІДИНІ

Запорожець Юлія Владиславівна,

к.т.н., доцент

Бурлака Тетяна Василівна,

к.т.н., ст.викладач

Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна

Вступ. Суть цього способу полягає в утворенні ударної хвилі в рідині при виникненні в ній спеціально сформованого імпульсного високовольтного електричного розряду. При цьому в зоні, що оточує канал розряду, розвивається високий імпульсний тиск, який проявляється у формі вибухового механічного впливу на середовище, що знаходиться поблизу каналу.

При електричному розряді в рідині відбуватися перетворення енергії розряду в механічну роботу, в енергію руху середовища.

Висока концентрація енергії розряду і короткочасність її виділення зумовлюють можливість розгляду явищ, що відбуваються в рідині, з позиції фізики вибуху.

Процес енерговиділення при електророзрядах у воді супроводжується такими ж гідромеханічними явищами, які виникають під час вибуху зарядів хімічного або при фокусуванні потужного моноімпульсного випромінювання оптичного квантового генератора.

Характерним для всіх вибухів є утворення і розширення кавітаційної порожнини, досягнення нею максимального розміру, схлопування і подальші пульсації парогазового пухирця. При цьому від поверхні порожнини відходять ударні хвилі, тиск яких поблизу вибуху досягає декількох тисяч атмосфер.

Гідравлічні імпульси, що виникають в результаті розряду в рідині, складаються з двох важливих факторів: основного — гідравлічного удару і

допоміжного — кавітаційного. Чим коротший імпульс, чим крутіший його фронт і вище амплітуда, тим коротший і сильніший гідравлічний удар.

Динаміка радіального розширення каналу визначається з одного боку струмом розряду, а з іншого боку залежить від розвитку гідродинамічного ударно-хвильового процесу в рідкому середовищі, що оточує розряд.

Мета роботи. Метою роботи є теоретичне і експериментальне дослідження процесу вибуху, що викликаний електричним розрядом в рідині.

Матеріали і методи. Методи математичного моделювання технологічних процесів харчових виробництв і математико-статистичного аналізу результатів експериментів, типові методики визначення якісних показників екстрактів хмелю. Оброблення експериментальних даних і розрахунки було виконано із застосуванням сучасних інтегрованих систем.

Результати і обговорення. Один імпульсний розряд виключає, принаймні, два гідравлічних удари: перший — в момент утворення порожнини, другий — при її закриванні. При визначаючих умовах (висота стовпа рідини, тиску, розмір порожнини та ін.) газова порожнина здійснює декілька пульсацій, що являється логічним наслідком розриву суцільності рідини і адіабатичного її стиснення.

Форма порожнини на стадії досягнення нею кінцевого розміру близька до сферичної. Однак початкова стадія розвитку каверни не характеризується сферично симетричним рухом. Каверна витягнута вздовж осі розряду. Такий характер початкової стадії розвитку каверни відповідає вибуху циліндричного заряду кінцевої довжини.

Вимірювання, проведені при виконанні серії експериментів, дають наступні характеристики пульсацій каверни: максимальний діаметр каверни при першій, другій та третій пульсаціях складає 6,3; 2,9; 1,6 мм. Періоди послідовних пульсацій є рівними $T_1 = 590\text{мкс}$, $T_2 = 240\text{мкс}$, $T_3 = 130\text{мкс}$.

Потенціальна енергія, накопичена бульбашкою при його розширенні до максимального розміру:

$$E_r = \frac{4}{3} \pi r_m^3 P_0,$$

де r_m — максимальний радіус порожнини; P_0 — гідростатичний тиск в середовищі.

Відомо, що відношення енергії E_k , накопиченої в бульбашці k -й пульсації до енергії E_{k+1} бульбашки $k+1$ -й пульсації підкоряється співвідношенню:

$$\eta_k = \frac{E_k}{E_{k+1}} \eta_{k+1} = \left(\frac{T_k}{T_{k+1}} \right)^3 \eta_{k+1}$$

Звідси можна отримати, співвідношення між коефіцієнтами втрат енергії $\eta_2 = 0,07\eta_1$, $\eta_3 = 0,016\eta_2$. Але основною причиною інтервальної втрати енергії при наступних пульсаціях порожнини служить випромінювання порівняно потужних хвиль стиску при її схлопуванні.

Висновки. Встановлено, що при перепаді тиску >50 МПа товщина фронту набагато менше характерного розміру мікроорганізмів, що дозволяє розглядати останні як макрооб'єкти.

При одноразовій дії розряду зниження концентрації мікроорганізмів до потрібних санітарних норм (менше $10^3 \frac{1}{d_m^3}$) реалізується при перепаді тиску на фронті ударної хвилі не менше 50МПа.