

# ТОПЛО

## ТЕХНИКА ЗА БИТА

ГОДИНА X

12

2005

ДЕЗИНФЕКЦИЯ НА ВОДА ЧРЕЗ КАВИТАЦИОННА  
ОБРАБОТКА

ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ СВОЙСТВА НА ТЕЦ,  
УЧАСТВАЩИ В ЛИБЕРАЛИЗИРАНИЯ ПАЗАР

МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СТРАТЕГИИ  
ЗА РАЗВИТИЕ НА ЕНЕРГЕТИКАТА

В броя

**ПАНАИРИ, ИЗЛОЖЕНИЯ**

„AQUA-THERM“ 2005:  
Нови предложения за икономично отопление  
Автор: В. Иванов

4



**МЕРОПРИЯТИЯ**

Ускорител на устойчивото развитие e5-SEA

7

"Ерато" оборудва учебна лаборатория на Русенския университет "Ангел Кънчев"  
Автор: И. Тянкова

9



Почетно отличие за "Ерато" от Техническия Университет - София  
Автор: В. Иванов

12

**ПРЕДСТАВЯМЕ ВИ**

"Heizer Gas" - надеждният партньор  
Автор: И. Тянкова

13



"Политиците по-бързо да възприемат посланието на бизнеса". Христо Ангелов - търговски директор - "Ерато холдинг" АД  
Автор: И. Тянкова

15

**ГОРЕЛКИ**

**АНАЛИЗИ**

Технико-икономически свойства на ТЕЦ, участващи в либерализирания пазар  
Автори: В. Василева, К. Шушулов, Г. Мумджиян

22

**ПРОГНОЗИ**

Моделиране и изследване на стратегии за развитие на енергетиката - II част  
Автор: инж А. Ангелов

28

**КЛИМАТ**

Въвеждане в България на Европейската схема за търговия с квоти за емисии на парникови газове

35

**ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ**

Спечелете 1660 лв., като подобрите енергийната ефективност в дома си  
Автор: инж А. Ангелов

37

**АВТОСВЯТ**

Alfa 159 дебютира на автомобилния пазар в България  
Автор: П. Панов

38



**НОВИНИ**

39

**ИЗСЛЕДВАНИЯ**

Дезинфекция на вода чрез кавитационна обработка  
Автори: Доц. д-р. инж. М. Ангелов, маг. инж. Д. Бодурова



41

**БЕЗ БИЛЕТ**

45

**МИНУТИ ЗА ОТДИХ**

46

**ОБЯВИ**

46

## ДЕЗИНФЕКЦИЯ НА ВОДА ЧРЕЗ КАВИТАЦИОННА ОБРАБОТКА

*Автори: Доц. д-р. инж. Милчо Ст. Ангелов, маг. инж. Донка П. Богурова  
УХТ гр. Пловдив*

*Все по-високите стандарти и изисквания относно качеството на водите налагат нуждата от търсенето на нови икономични и сигурни методи за дезинфекцията им, които едновременно с това да са безопасни и да не замърсяват околната среда.*

*Кавитационната обработка на повърхностни води е нов метод за тяхното микробиологично почистване. Целта на настоящата работа е да се изследват възможностите за дезинфекция на природни води.*

*Проведен е пълен факторен експеримент от типа 2<sup>4</sup>. Изследвани са факторите, влияещи на процеса на дезинфекция на вода. Анализът на опитните резултати доказва ефективността на метода.*

Природните повърхностни и подземни води подлежат на предварителна обработка (най-често химична) при използването им в хранително-вкусовата промишленост. Отпадните води на предприятията от хранително-вкусовата промишленост също се пречистват преди заустиването им в реките като обикновено се използват различни химични методи [4, 7, 8].

Голям интерес представляват безрегентните методи за почистване на води. Такъв метод за дезинфекция на води е кавитационната обработка.

Мътността, солевият състав и оцветеността на водата не оказват влияние върху ефективността на кавитацията. При кавитационното въздействие се разрушават колоидни частици, в които се съдържат бактерии [2, 8]. По този начин тези, особено болестотворните микроорганизми, вече не са защитени от други физични и химични въздействия. При кавитационната дезинфекция на водите убиването на микроорганизмите е резултат от физическо

въздействие. В условията на хидродинамична кавитация се разкъсва клетъчната стена на микроорганизмите. Бактерицидното действие на кавитацията е право пропорционално на нейната интензивност и на скоростта на потока. При сравняването на икономическите разходи на различни методи на почистване в условни единици от обема на питейна вода кавитацията се оказва най-евтин метод [8].

Разходи за кавитационно почистване - 162 обемни единици;

Разходи за ултразвукова обработка - 261 обемни единици;

Разходи за хлориране - 482 обемни единици;

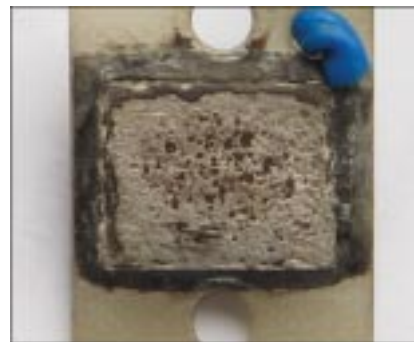
Разходи за озониране - 1600 обемни единици.

Параметрите, чрез които се постига интензифицирането на процеса са хидродинамични и геометрични. За да се увеличи степента на кавитационното въздействие се променя безразмерното отношение  $mk$ , което се дефинира като критично сече-

ние, чрез линейните размери и чрез промяна на хидродинамичните параметри на лабораторния стеног.

### Материали и методи

Проведени са опити на стеног, с които се създава хидродинамична кавитация. Влиянието на хидродинамичната кавитация върху микробиологичното почистване е изследвано чрез използване на вода от река Марица, по метода описана в [1, 2, 3]. Опитните данни са обработени и е изчислен процента убити микроорганизми за всеки един опит. За целта е проведен ПФЕ от типа 2<sup>4</sup>. Последователността на провеждане на експеримента и методиката за обработка на резултатите са съгласно [5]. Механизмът на убиране на микробната клетка е описан подробно в [2]. Основно влияние върху степента на убиране на микроорганизмите оказва кавитационната ерозия. Доказателство за степента на кавитационната ерозия на сребърната пластина е снимката на фигура 1. Ясно са изразени областите, характерни за ерозията, вследствие от кавитацията.



Фиг. 1 Сребърна пластина след действие на кавитационна ерозия

## Опитни резултати

Факторите, влияещи на процеса са независими помежду си измеряеми величини, които могат да заемат при определени условия конкретни стойности. Те са избрани на база експертна оценка, първоначални еднофакторни експерименти и подробно литературно проучване по темата. При кавитационната ерозия се отделят сребърни йони от пластината поставена в кавитатора. За да се интензифицира процеса на отделяне на сребърни йони на пластината се подава постоянно напрежение.

Натуралните стойности на изследваните фактори са представени в табл. 1.

Съставена е план-матрица на експеримента. Факторите са същите, подробно описани в [3]. Работи се по алгоритъма описан в [5]. След анализа на получените резултати и елиминиране на незначимо влияещите фактори и взаимодействия се получава следното адекватно регресионно уравнение (1).

Изменението на процента убити микроорганизми в зависимост от комбинацията на отделните значимовлияещи фактори получени след обработка на опитните данни е представено

Табл. 2

№	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	ȳ
1	+	-	-	-	-	67.5	72.2	67.14	72.86	72.1	75.3	71.18
2	+	-	+	-	-	69.6	80.77	69.77	72.7	71.8	62.7	60.77
3	+	+	-	-	-	26.4	50	51	69.3	60.23	71.1	54.7
4	+	+	+	-	-	69.32	72.13	73.5	61.54	67.71	66.04	68.37
5	+	-	-	-	+	72	79.6	75.9	57	63.6	48.94	66.17
6	+	-	+	-	+	68.33	78.05	73.68	60.53	75	77.1	72.115
7	+	+	-	-	+	49	45	47.83	61.36	58.7	64.64	54.42
8	+	+	+	-	+	60	66.33	52.5	59.5	67.31	60.3	60.98
9	+	-	-	+	-	94.16	94.44	94.6	97.14	96.65	96.3	95.5
10	+	-	+	+	-	93.5	95.19	94.77	96.5	94.23	95.07	94.9
11	+	+	-	+	-	82.73	84.71	90.22	96.88	97.16	97.78	91.6
12	+	+	+	+	-	97.73	98.78	98.98	94.23	95.83	95.28	96.8
13	+	-	-	+	+	98.5	98.9	99.43	97	97.27	95.7	97.81
14	+	-	+	+	+	93.33	97.56	96.05	89.5	88.46	89.58	92.4
15	+	+	-	+	+	95	95	96.74	97.73	98.55	97.5	96.75
16	+	+	+	+	+	92.2	96.2	93.75	96.84	96.15	94.52	95.17

Табл. 1

Ниво	X <sub>1</sub> m <sub>к</sub> -критично сечение	X <sub>2</sub> Напрежение U [V]	X <sub>3</sub> Време t [min]	X <sub>4</sub> Перхидрол H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 5% [ml]
Горно (+)	0.340	33	8	15
Долно (-)	0.174	13	2	5
нулево	0.256	23	5	10
Интервал на вариране	0.084	10	3	5
код	$X_1 = \frac{x_1 - 0.256}{0.084}$	$X_2 = \frac{x_2 - 23}{10}$	$X_3 = \frac{x_3 - 5}{3}$	$X_4 = \frac{x_4 - 10}{5}$

на фигури 2 и 3.

Y' - в графики 2 и 3 изразява процента убити микроорганизми респективно, степенята на дезинфекция на водите.

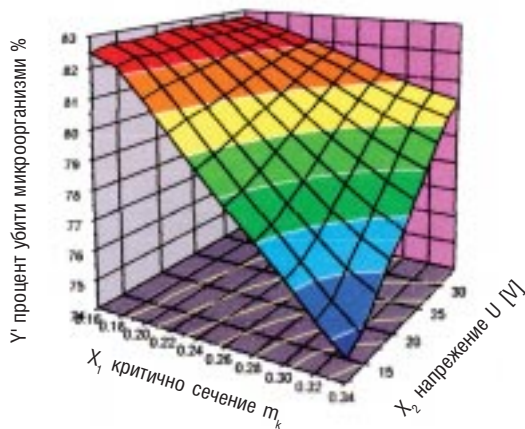
От фигура 4 може да се проследи кои фактори и междуфакторни взаимодействия са значими и кои не са. Сравнението е направено на базата на изчис-

ляване на критерия на Стюджънт [5] и сравнение с табличните стойности за съответния експеримент.

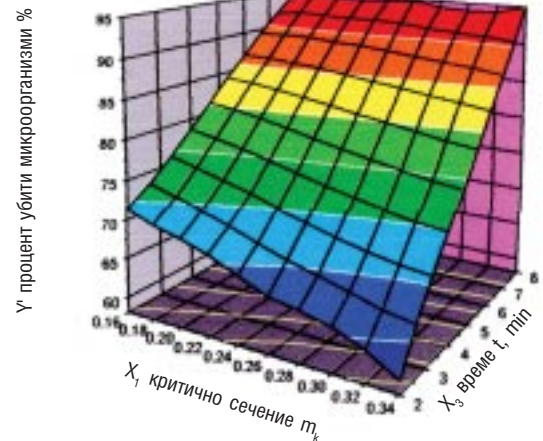
Преминването в натурален вид става след заместване на кодираните стойности със съответните натурални в уравнение (2).

$$Y' = 80.0064 - 2.6631 X_1 + 1.4899 X_2 + 15.1124 X_3 + 1.49948 X_1 X_2 + 2.61948 X_1 X_3 - 1.79156 X_2 X_3 \quad (1)$$

$$Y' = 80.0064 - 2.6631 x_1 = \frac{x_1 - 0.256}{0.084} + 1.4899 x_2 = \frac{x_2 - 23}{10} + 15.1124 x_3 = \frac{x_3 - 5}{3} + 1.49948 x_1 = \frac{x_1 - 0.256}{0.084} x_2 = \frac{x_2 - 23}{10} + 2.61948 x_1 = \frac{x_1 - 0.256}{0.084} x_3 = \frac{x_3 - 5}{3} - 1.79156 x_2 = \frac{x_2 - 23}{10} x_3 = \frac{x_3 - 5}{3} \quad (2)$$



Фиг. 2 Повърхнина на отражение и изолинии за изменението на процента убити микроорганизми в зависимост от X1 и X2.



Фиг. 3 Повърхнина на отражение и изолинии за изменението на процента убити микроорганизми в зависимост от X1 и X3.

### Изводи

От проведените експериментални изследвания и полученото регресионно уравнение за влиянието на факторите върху процента убити микроорганизми могат да се направят следните изводи:

1. Най-силно положително влияние върху процеса дезинфекция на природни повърхностни води оказва времето за кавитационна обработка X3.

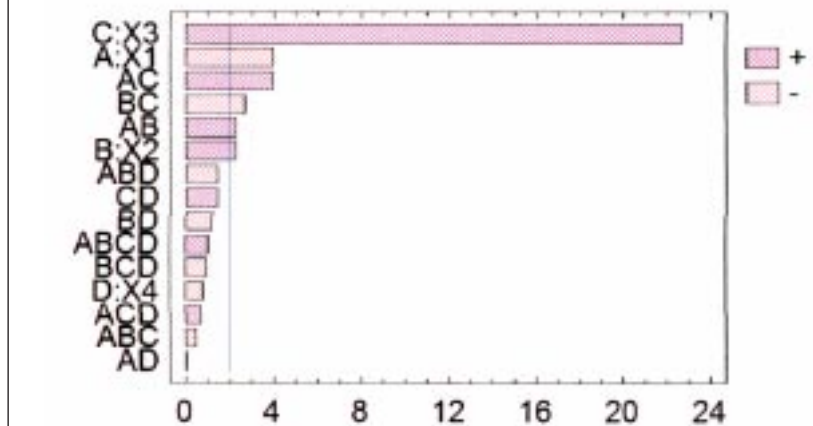
2. Процентът на убитите микроорганизми достига максимална стойност 90-95%.

3. Приложеното напрежение върху сребърната пластина в зоната на кавитация (X2) също оказва положително влияние. По този начин се интензифицира процеса на дезинфекция и се увеличава процента убити микроорганизми.

4. С представения регресионен модел процесът кавитационно очистване на повърхностни води от микробиологични замърсявания се описва напълно и се създава методика за негово приложение.

### Литература

1. Бодурова, Д., Ангелов М., Очистване на вода чрез хидродинамична кавитация. Национален семинар по "Синтез и анализ на механизми". Списание "Механика на машините" брой 48, Варна, 2003.



Фиг. 4 Стандартна диаграма на Парето при провеждане на ПФЕ за процента убити микроорганизми

2. Bodurova D., M.S.Angelov, *Intensification the process of water purification by hydrodynamic cavitation, The Future of food Safety Research: Contaminants and influence of agricultural practices, Brussels, Belgium, 17-19 March 2004.*

3. Бодурова, Д., Изследване основните фактори, оказващи влияние на процеса кавитационно очистване на води. Научна конференция с международно участие "Хранителна наука, техника и технологии 2005", УХТ-гр. Пловдив (пог печат)

4. Владимиров Г., Кемилев Ст., Методи за обработка на питейни и технологични води за хранително-вкусовата промишленост. "Годишник на

АПБНБ към списание хранително-вкусова промишленост" 2004.

5. Ламбрев, Ат., Основи на инженерния експеримент при изследване на машини и апарати за хранително-вкусовата промишленост., Пловдив, 1994.

6. Pandit A., Jyoti K., *Hybrid cavitation methods for water disinfection. "Biochemical Engineering Journal" 14, 2003.*

7. Pandit A., *Water disinfection by acoustic and hydrodynamic cavitation. "Biochemical engineering" Journal 7, 2001.*

8. Pandit A., *Wastewater treatment: novel energy efficient hydrodynamic cavitation technique. "Ultrasonics Sonochemistry" Journal 9, 2002.*