



Научна конференция ЕМФ'2005
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ЕНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ

СБОРНИК ДОКЛАДИ

X^{та} ЮБИЛЕЙНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
ЕМФ' 2005

ПОСВЕТЕНА НА 60 ГОДИНИ ОТ ОСНОВАВАНЕТО
НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ

Том II

Хидроаеродинамика и хидравлични машини
Текстилна и конфекционна техника

22 – 24 септември 2005 г.

“Св. св. Константин и Елена”, гр. Варна

ГИДРОАЕРОДИНАМИКА И ХИДРАВЛИЧНИ МАШИНИ

стр.

1. Ал. Делеми А. С., И.С. Антонов
Профили скорости и температуры в различных областях канального течения. Часть I^{на} Динамическая структура смешения двух струй в плоском канале. 9
2. Ал. Делеми А.С., И.С. Антонов
Профили скорости и температуры в различных областях канального струйного течения. Часть II^{на} Структура температурного поля при смешении двух струй в плоском канале. 21
3. Терзиев А., И.Антонов
Двуфазна турбулентна струя с променлива плътност. Математически модел на течението. 33
4. Ал. Делеми А.С.
Канальные течения. Сущность метода интегральных соотношений. 40
5. Ангелов М., Д. Бодурова
Дезинфекция на вода чрез кавитационна обработка. 50
6. Дуков И.
Числено моделиране на работните характеристики на центробежно колело с невронни мрежи и CFD. Часть I: Постановка и числено моделиране със CFD. 56
7. Дуков И.
Числено моделиране на работните характеристики на центробежно колело с невронни мрежи и CFD. Часть II: Приложение на невронните мрежи. 62
8. Трифонов Тр.
Синтез на пневматични задвижвания в работещи машини-автомати. 68
9. Илиев Г.И., Р.Д. Йосифов, Зл. Златев
Моделиране на двумерно течение на свиваем турбулентен и вискозен поток в турбинно стъпало с подвижен винтообразен РА. 74
10. Обретенов В., Ц. Цалов, К. Николов –
Автоматизиране на стенд за моделни изпитвания на Францисови водни турбини. 80

ДЕЗИНФЕКЦИЯ НА ВОДА ЧРЕЗ КАВИТАЦИОННА ОБРАБОТКА

Милчо Ангелов

Донка Бодурова

Резюме

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 2⁴. Изследвани са факторите, влияещи на процеса дезинфекция на вода. Анализът на опитните резултати доказва ефективността на метода.

WATER DISINFECTION THROUGH CAVITATION TREATMENT

Milcho Angelov

Donka Bodurova

Summary

The higher the standards and requirements regarding the quality of waters become, the bigger necessity of searching for new economical and secure methods of their disinfection; methods, at the same time safe and non-polluting. The cavitation treatment of surface waters is a new method of their microbiological purification. The objective of the present work is to study the possibilities of disinfection of natural waters. A complete factor experiment of type 2⁴ has been performed. The factors that influence the process of water disinfection have been investigated. The analysis of the results of the experiment proves the method efficiency.

ВЪВЕДЕНИЕ

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 заустването им в реките като обикновено се използват различни химични методи [4, 7, 8].

Голям интерес представляват безреагентните 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

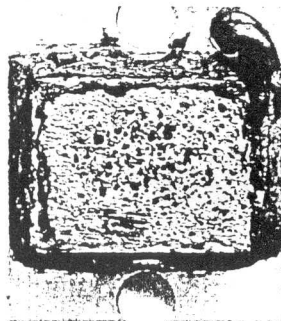
физическо въздействие. В условията на хидродинамична кавитация се разкъсва клетъчната стена на микроорганизмите. Бактерицидното действие на кавитацията е право пропорционално на нейната интензивност и на скоростта на потока. При сравняването на икономическите разходи на различни методи на почистване 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 m_k , което се дефинира като критично сечение, чрез линейните размери и чрез промяна на хидродинамичните параметри на лабораторният стенд.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проведени са опити на стенд, с които се създава хидродинамична кавитация. Влиянието на хидродинамичната кавитация върху микробиологичното почистване е изследвано чрез използване на вода от река Марица, по методика 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 2⁴. Последователността на провеждане на експеримента и методиката за обработка на резултатите са съгласно [5]. Механизмът на убиване на микробната клетка е описан подробно в [2]. Основно влияние върху степента на убиване 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.

Таблица 1

Ниво	X_1	X_2	X_3	X_4
	м _к -критично сечение	Напрежение U [V]	Време t [min]	Перхидрол H ₂ O ₂ 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	$X_1 = \frac{x_1 - 0.256}{0.084}$	$X_2 = \frac{x_2 - 23}{10}$	$X_3 = \frac{x_3 - 5}{3}$	$X_4 = \frac{x_4 - 10}{5}$

Кодирането на факторите е необходимо за привеждането на натуралните величини в безразмерни, за да има възможност да се построи стандартна ортогонална план-матрица на експеримента.

В таблица 2 са представени стойностите за процента убити микроорганизми по време на процеса при всяко повторение на опитите.

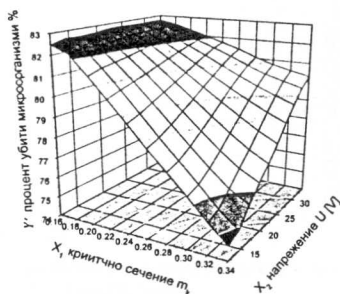
Табл. 2

№	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	\bar{y}
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

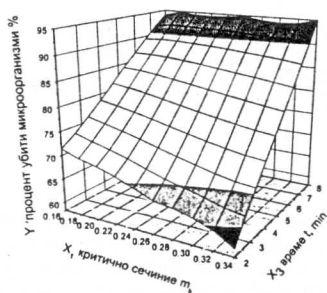
Съставена е план матрица на експеримента. Факторите са същите, подробно описани в [3]. Работи се по алгоритъма описан в [5]. След анализа на получените резултати и елиминирани на незначимо влияещите фактори и взаимодействия се получава следното адекватно регресионно уравнение:

$$Y = 80.0064 - 2.6631X_1 + 1.4899X_2 + 15.1124X_3 + 1.49948X_1X_2 + 2.61948X_1X_3 - 1.79156X_2X_3 \quad (1)$$

Изменението на процента убити микроорганизми в зависимост от комбинацията на отделните значимовлияещи фактори получени след обработка на опитните данни е представено на фигури 2 и 3.



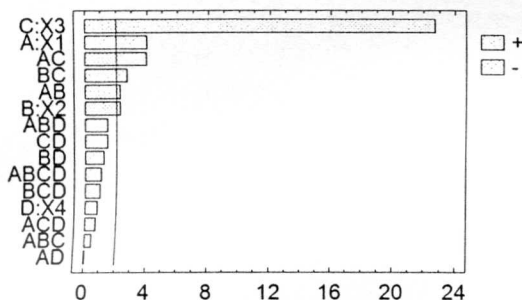
фиг. 2 Повърхнина на отражение и изолинии за изменението на процента убити микроорганизми в зависимост от X1 и X2.



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

Y' – в графики 2 и 3 изразява процента убити микроорганизми респективно, степента 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 изчисляване на критерия на Стюдънт [5] и сравнение с табличните стойности за съответния експеримент.



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

Преминаването в натурален вид става след заместване на кодираните стойности със съответните натурални в уравнение (1).

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

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 X_3 .
2. Процентът на убитите микроорганизми достига максимална стойност 90-95%.
3. Приложеното напрежение върху сребърната пластина в зоната на кавитация (X_3) също оказва положително влияние. По този начин се

интензифицира процеса на дезинфекция и се увеличава процента убити микроорганизми.

4. С представеният регресионен модел процесът кавитационно почистване на повърхностни води от microbiological замърсявания се описва напълно и се създава методика за неговото прилагане.

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.
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 почистване на води. Научна конференция с международно участие „Хранителна наука, техника и технологии 2005“, УХТ-гр. Пловдив (под печат)
4. Владимирев 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.

Автори:

Доц. д-р. инж. Милчо Стоянов Ангелов-УХТ гр. Пловдив, 032/603840, e-mail mangelov@filibeto.org

маг. инж. Донка Петрова Бодурова - докторант-УХТ гр. Пловдив, 032/603840, e-mail bodurova@evrocom.net