



Механика на Машините

48

**НАЦИОНАЛЕН КОМИТЕТ ПО ТЕОРИЯ
НА МЕХАНИЗМИТЕ И МАШИНИТЕ**

МЕХАНИКА НА МАШИНИТЕ

ГОДИНА XI, КНИГА 4, 2003

СЪДЪРЖАНИЕ

ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА НА ФЛУИДИТЕ, ТОПЛО- И МАСОПРЕНАСЯНЕ

Г. Гужгулов, С. Стоянов, Г. Попов Силов анализ на ротационна аксиално-бутална машина с наклонен цилиндров блок и с хидростатични опори.....	3
Д. Бодурова, М. Ангелов Очиствана на вода чрез хидродинамична кавитация.....	7
С. Ташева, Г. Вълчев, В. Рашева, Е. Шалапатова Хидродинамика в експериментална кохобационна колона.....	11
В. Рашева, Г. Вълчев, С. Ташева Термодинамична диаграма “енталпия - съдържание на пари на метанол” за смес от влажен въздух и пари на метилов алкохол.....	15
Д. Дончев Анализ на механичното поведение на структури усилен чрез външно прилепване на композитни плочи(усилени с нишки полимерни плочи - УНП плочи).....	19
А. Александров, Д. Дончев, Ц. Цолов Термични ефекти в гумено - метални изделия.....	23
Т. Тотев, Б. Бонев, С. Симов Определяне разхода на варовик за сярочистващите инсталации при работа на енергийните блокове с различно натоварване.....	27
С. Симов, Т. Тотев, Б. Бонев Влияние на разходите за сярочистващите инсталации върху себестойността на ел. енергията, произвеждана от блок N 7 и N 8 в ТЕЦ “Марица изток 2”.....	31
П. Иванов, Х. Христов, К. Орманджиев Синтез на оптимален регулатор на пневматична задвижваща система.....	34
Х. Христов, К. Орманджиев, П. Иванов Параметрична оптимизация на електропневматична задвижваща система.....	38
К. Орманджиев, Х. Христов, П. Иванов Изследване работата на система турбопомпа резервоар с отчитане влиянието на напорните тръбопроводи.....	42
М. Баева, И. Панчев Кинетични изследвания върху влагозадържачия ефект на хранителни покрития от полизахариди.....	46
Т. Чакъров Центробежни вентилатори с “назад” и “напред” огънати лопатки в един и същи спирални корпуси.....	50
В. Камбурова, И. Желева Числено изследване на влиянието на дебелината на изпичания хлебен продукт върху разпределението на температурата и продължителността на процеса.....	54
П. Костов, К. Атанасов Влияние на температурата на въздуха подаван за горене и диаметъра на газовата струя върху ядрото на органичния газов фалел.....	58
П. Костов Някои условия за моделиране изгарянето на газово гориво в ограничен факел.....	61
V. Zimparov, P. Penchev Performance evaluation of some tube inserts as heat transfer enhacement techniques.....	64

ОЧИСТВАНЕ НА ВОДА ЧРЕЗ ХИДРОДИНАМИЧНА КАВИТАЦИЯ

Донка БОДУРОВА,
bodurova_79@mail.bg

Милчо АНГЕЛОВ
mangelov@filibeto.org

катедра МАХВП, УХТ, гр. Пловдив 4002, България бул. Марица 26

РЕЗЮМЕ

Хидродинамичната кавитация нанася вреда на оборудването поради интензивната кавитационна ерозия на елементите от хидросистемата. Познавайки механизмите на въздействие, хидродинамичната кавитация може да се използва за интензифициране на технологичните процеси в различни отрасли от промишлеността. Целта на настоящата работа е да се изследва експериментално възможността за микробиологично почистване на вода чрез обработка в режим на развита хидродинамична кавитация. Представени са резултатите от проведените експериментални изследвания. Първоначалните опитни изследвания потвърждават идеята за микробиологично почистване на природни и отпадни води чрез въздействие на хидродинамична кавитация и откриват широки възможности за приложение на този метод в различни отрасли на промишлеността.

Ключови думи: кавитация, почистване на вода, микробно число

WATER PURIFICATION THROUGH HYDRODYNAMIC CAVITATION

Donka BODUROVA , Milcho ANGELOV
bodurova_79@mail.bg , mangelov@filibeto.org

University of Food Technologies-Plovdiv, Bulgaria, 4002,Plovdiv, Maritza Blvd.

ABSTRACT

Hydrodynamic cavitation causes damages over aparatos because of intensive cavitation erosion of the elements in the hydrosystem. Being acquainted with the mechanisms of effect, the hydrodynamic cavitation can be used to intensify technological processes in different industrial areas. The objective of the present work is experimental exploration of the possibility for microbiological water cleaning through processing in conditions of developed hydrodynamic cavitation. Here, we present the results of the conducted experimental studies. The initial trials confirm the idea of microbiological purification of nature and waste waters through having an immediate effect of hydrodynamic cavitation. They open wide opportunities for applying this method in various industrial fields.

Key words: cavitation, water purification, microbe number.

1. УВОД

Дори и най-чистите и бедни на замърсявания природни и отпадни води не могат да бъдат използвани повторно в бита и редица важни технологични процеси без предварителна обработка, с която да се коригират качествата на потребяваната вода. Водата за най-обикновените парогенератори трябва да бъде омекотена, докато водата, използвана в съвременните ТЕЦ с високи параметри и в АЕЦ, трябва да бъде практически напълно обезсолена. Очистването на питейните и отпадни води също е много голям проблем на съвременното с цел тяхното повторно използване в техниката и бита. Познавайки механизмите на въздействие, хидродинамичната кавитация може да се използва за интензифициране на технологичните процеси в различни отрасли от промишлеността. През последните години се наблюдава интерес към положителното използване на кавитацията за почистване на спирт, в захарната промишленост, за почистване на тръбопроводи, за фино смилане на лекарствени и био продукти и др. [Ангелов М. и др., 1986, Angelov M. At all 1997, Kavitationsblasenfeldern Dissertation Gottingen, Univ., Diss., 2000]..

2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Целта на експерименталните изследвания е да се изследват възможностите за микробиологично почистване на вода чрез въздействие на хидродинамична кавитация. Като микробиологичен критерий за преценяване на годността на водата служи общият брой на микроорганизмите в 1 ml от нея. Този критерий дава възможност да се оцени степента и качеството на пречистване и обеззаразяване на природните и отпадните битови води и водите от различните сфери на хранителната и други промишлености. Намаленото съдържание на свободна вода в микробната клетка на микроорганизмите прави колоидните белтъчни разтвори по-устойчиви и повишава термоустойчивостта на микроорганизмите. Поради това спорите на бацилите, които съдържат много по-малко свободна вода, понесат значително по-високи температури. Затова механичното въздействие от кавитацията може да доведе до по-бързото им унищожаване. Установено е, че ултразвукът, който съпровожда кавитацията, действа разрушаващо спрямо всички групи

микроорганизми (бактерии, гъби, актиномицети, дрожди, вируси). Наблюдава се обаче изразена избирателност на бактерицидното действие на кавитацията и ултразвук, която се дължи на морфологичните особености и физиологичното състояние на микроорганизмите. Важна роля играе на първо място формата и дебелината на клетъчната обвивка, а след това – формата и размерът на клетките. Най-висока чувствителност към ултразвук притежават нишковидните бактерии, по-малка пръчковидните, а най-устойчиви са коковидните форми. Светещите бактерии (*Photobacterium*) загубват способността си към луминесценция под действието на този фактор [Митов, Г. 1990]. Разрушаващото действие на ултразвук се проявява само тогава, когато интензивността на ултразвуковите вълни възлиза на $0,3 - 0,5 \text{ W/cm}^2$ от активната повърхност. При явлението кавитация, "ударите" върху бактериалната клетка идва отвън. В случая, наред с физичните сили и физико-химичните процеси, се извършват и определени химични реакции. Всички тези фактори действат съвместно и обуславят разрушителния и бактерициден ефект на кавитацията.

Хидродинамичната кавитация може да намери бъдеще приложение в микробиологията, имунологията и ензимологията за студено стерилизиране на природни и отпадни води, като дезинфекционно средство срещу редица болести, за получаване на ензимни препарати и др. Методът за почистване на вода, посредством който се постига намаляване на микробното число и пълното унищожаване на микробите от сем. *Enterobacteriaceae* се състои в това, че водата, преминава през зона на развита хидродинамична кавитация.

Микробното число е основен критерий за качеството на питейни и отпадни води. То обединява всички мезофилни хетеротрофни микроорганизми. Семейство *Enterobacteriaceae* са коли-форми свидетелстващи за фекални замърсявания във водите. Те всички са изолирани от околната среда чрез клетъчна стена (обвивка).

Получените при затварянето на кавитационните каверни локални нагрявания, микроударни въздействия и акустични вълни, върху повърхността на клетъчната стена на горепосочените микроорганизми я разкъсват и ги убиват. Разрушаващото действие на хидродинамичната кавитация се изразява в

образуването на кавитационни мехурчета (празни пространства) в течната среда в резултат на разреждането (отрицателното налягане), което се получава при преминаване през кавитатора.

Предимството на този метод за почистване се състои в това, че за кратко време се убиват вредните микроорганизми, благодарение на положителната роля на микроакустичните вълни и хидродинамичните удари, при преминаването на водата през кавитационното поле. Освен това кавитационната ерозия непрекъснато разкрива нови активни повърхности по повърхността на бактериите и ускорява процеса на разрушаване на клетъчната обвивка. Заедно с голямата разлика в наляганята в течността (зоната преди, в и след кавитацията) се появяват водороден перексид (перхидрол - H_2O_2) и азотен двуокис като резултат от окислителните процеси, които ускоряват процеса на унищожаване на определени видове микроорганизми.

Методът се реализира в поток, високопроизводителен е и не е енергоемък. Той осигурява намаляване на микробното число и пълното унищожаване на сем. *Enterobacteriaceae* съдържащи се във водата при различни кавитационни числа и време за обработка в циркулационен режим.

3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

При фиксирани начални условия (кавитационно число: $\sigma = 6,28$) се изследва влиянието на кавитационната обработка върху понижаването на най-важният микробиологичен показател "микробно число". Съгласно изискванията на ХЕИ за качеството на питейната вода то е до 50 бр/ml. [Наредба №9, 2001]. За експерименталните изследвания беше използвана вода от р. Марица, която е пълна с бактерии от всички видове.

От фиг 1 може да се проследи интензивността на пълното унищожение на микроорганизми от сем. *Enterobacteriaceae* (това са коли форми свидетелстващи за фекални замърсявания във водите), след различно време на обработка с хидродинамична кавитация. Резултатите дават право да наречем процеса на кавитационна обработка "студена стерилизация". Най-силното доказателство за кавитационното въздействие върху жизнеспособността на микроорганизмите, съдържащи се във речната вода е пълното унищожаване на

микроорганизмите от сем. *Enterobacteriaceae*. Вижда се, че след 12 min кавитационна обработка липсват микроорганизми от този вид.

На фиг. 2 и фиг. 4 е показано изменението на микробното число след различно време на кавитационна обработка при кавитационно число $\sigma = 3,4$.

От фиг 3, се вижда изменението на микробното число при $\sigma = 6,28$ и различна продължителност на обработка.

Бързото намаление на микробното число свидетелства, че хидродинамичната кавитация може да бъде използвана за почистване на води. Микробното число на кавитационно обработена вода от река Марица се понижи значително в сравнение с контролната проба (фиг 2, 3, 4.). Градиентът на намаление е най-голям в началното време за обработка и при по-голямото число на кавитация. При промяна на кавитационното число характерът на изменение на кривите се запазва, като след определено време за обработка изменението асимптотически клони към постоянна стойност.

При повторение на опитите при други начални условия, резултатите потвърждават характера на намаляне на микробното число.

4. ИЗВОДИ:

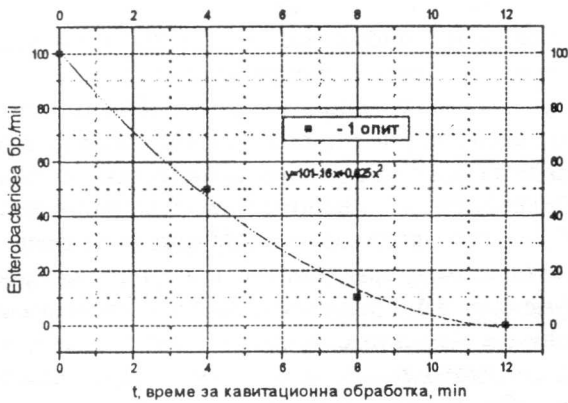
1. Обработката на вода чрез кавитация води до пълното унищожаване на микробите от фекалните замърсявания на водите.
2. Микробното число намаля чувствително при обработка на вода чрез интензивна кавитация.
3. При по-високи стойности на кавитационното число градиента на намаляне на микробното число е по-голям.
4. Кавитационната обработка може да се използва за микробиологично почистване (студена стерилизация) на повърхностни, промишлени и отпадни води.

ЛИТЕРАТУРА

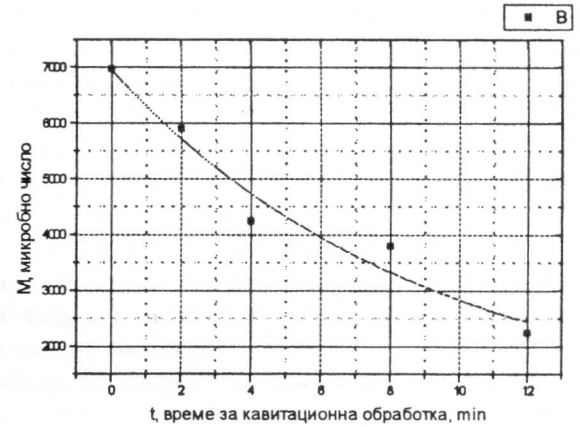
- Ангелов, М., и др. Изследване възможностите за кавитационна обработка на високоалкохолни разтвори. - Национална научно-техническа конференция с международно участие "Хидродинамика, хидравлични машини, помпи и съоръжения", Варна, 1986.
- Добревски, И., В. Мавров, В. Ненов, В. Ганев. Технология на водата (ч. II, Основни процеси в пречистването на отпадъчните води), С., Техника, 1987.

Митов, Г. Ръководство за практически упражнения по микробиология. С., Медицина и физкултура, 1990
 Наредба за водата № 9., Държавен вестник, 28.03.2001г./бр.30.
 Angelov, M., At. Lambrev, I. Antonov, Aplikation of hydrodynamic cavitation, for purification of water-alcohol solution, Leaven, Belgium, 1997.

Theoretische Beschreibung und experimentelle Untersuchung raum-zeitlicher Strukturbildung in akustischen Kavitationsblasenfeldern Dissertation Gottingen, Univ., Diss., 2000
<http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=961894121>



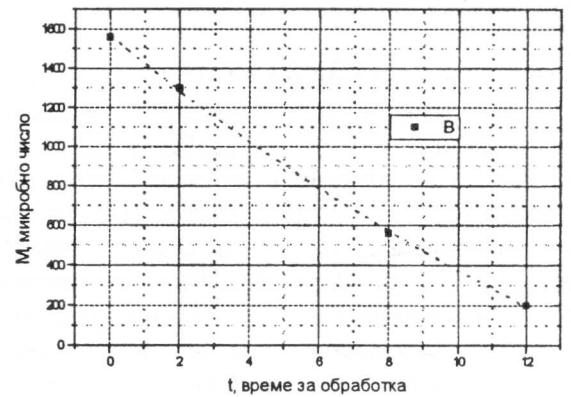
Фиг. 1. Влияние на кавитационната обработка върху броя на бактериите от типа *Enterobacteriaceae* при $\sigma=6,28$



Фиг. 3. Промяна на микробното число под въздействие на кавитационна обработка при опит 3- $\sigma=6,28$



Фиг. 2. Промяна на микробното число под въздействие на кавитационна обработка при опит 1- $\sigma=3,4$



Фиг. 4. Промяна на микробното число под въздействие на кавитационна обработка при опит 4- $\sigma=3,4$