



ISSN 0861-9727

Механика на Машините

67

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

МЕХАНИКА НА МАШИНИТЕ

ГОДИНА XV, КНИГА 1, 2007

СЕРИЯ **FN: ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА НА ФЛУИДИТЕ, ТОПЛО И
МАСО ПРЕНОС**

ИЗДАТЕЛСТВО НА ТУ-ВАРНА

СЪДЪРЖАНИЕ

Н. Пенкова, Л. Зашкова Един подход за изчисляване на регенеративни топлообменници с керамичен пълнеж.....	3
Н. Петкова, Л. Зашкова Изследване на изменението на топлообмена в регенеративни топлообменници с керамичен пълнеж при замърсяването им с унос от стъкларска шихта.....	7
Н. Петкова, Л. Зашкова Математично моделиране и компютърна симулация на процеса на изпичане на строително-керамични изделия.....	11
М. Ангелов, Д. Бодурова Кавитационна ерозия на машиностроителни материали.....	15
М. Райкова, Н. Стефанов Резултати от изследване на топлообмена на плоско-овални тръби с накатка.....	19
М. Райкова Визуализиране на течението в пръстеновидни канали при външно обтичане на плоско-овални тръби с накатка.....	23
В. Василев Получаване на синусоидален моментен дебит чрез ролкова тръбна помпа.....	27
Р. Йосифов, Н. Лазаровски, А. Янгъзов Някои аспекти при създаване на двумерен крайно-елементен модел на течение в топлинни турбомашини.....	31
К. Орманджиев, Х. Христов, П. Иванов Изследване на преходните процеси в автоматизирана система за регулиране напора на центробежна помпа.....	35
Х. Христов, П. Иванов, К. Орманджиев Синтез на оптимален алгоритъм за управление на хидравлична система с ротационен изпълнителен механизъм.....	39
М. Тодоров, И. Добрев Статична аероеластична устойчивост на лопата на безшарнирен опашен винт на хеликоптер.....	43
П. Томов Динамика на газо-хидравличен акумулатор.....	46
П. Томов, М. Василев, В. Стоянов Числена реализация и експериментални изследвания относно динамиката на газо-хидравличен акумулатор.....	49
Vu Tu Hoai, Le The Truyen, Nguyen Thanh Nam, I. S. Antonov Numerical model of two-phase turbulent flows for calculation of pressure drop along gas pipe-lines.....	53
Й. Павлов, И. Антонов Прогнозиране далекобойността на диспергираната течна струя.....	57
Т. Тотев, Б. Бонев, К. Тодоров, Б. Игнатов, В. Попова Влияние на някои характеристики на ППС върху печните процеси на котли ст.№ 11 и ст. № 12 в ТЕЦ “Марица изток 2”.....	60
Б. Бонев Подход при изследване и оптимизиране работата на прахопригответящите системи и печните камери на котли изгарящи български нискокачествени въглища.....	65

КАВИТАЦИОННА ЕРОЗИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

Доц. д-р. инж. Милчо АНГЕЛОВ

маг. инж. Донка БОДУРОВА

mangelov@filibeto.org

bodurova@evrocom.net

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

Резюме

Едно от основните изисквания за конструктивните материали, използвани при изработка на хидравлични машини и други технологични устройства при работа в кавитационен режим е устойчивост на кавитационна ерозия.

Проведени са изследвания за определяне на кавитационната устойчивост на някои типични машиностроителни материали. Определянето на степента на кавитационното разрушаване е извършено по тегловен метод и визуално. Получени се уравнения, описващи кавитационния процес на разрушаване за отделни материали.

Ключови думи: кавитация, кавитационна ерозия.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

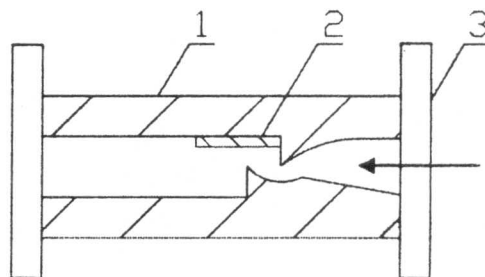
Разрушаването на конструктивните материали, подложени на кавитационно въздействие, се дължи обикновено на кавитационна ерозия, следваща от корозия. Изучаването на природата на кавитационното разрушение позволява да се предскажат обосновано разрушенията на различните конструктивни материали, използвани в техниката при работа с различни течности в широк диапазон на изменение на температура, налягане и скорости.

Целта на работата е се проведат изследвания за установяване на кавитационната устойчивост на някои машиностроителни материали, които се използват широко в хранителната промишленост.

2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За изучаване на кавитационната устойчивост на материалите в лабораторни условия се използват различни по конструкция и принцип на действие прибори и установки. Някои от тях са получили широко разпространение: кавитационни камери, дифузори, установки с въртящи се във вода дискове, магнитни вибратори и др. [Козырев, 1971, Козырев 1964]

В изследванията е използвана кавитационна тръба от затворен тип. Интензивната кавитация се получава при протичане на водата през кавитатор с променливо напречно сечение, във вътрешността на който е поставена пробата от изпитвания материал (фиг. 1)



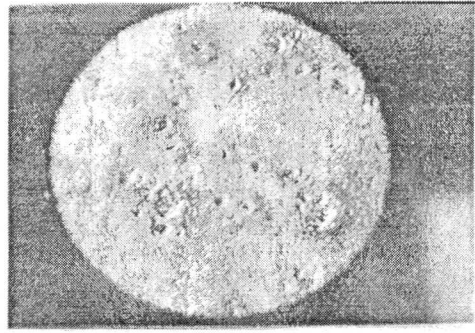
Фиг.1 Схема на кавитатор: 1-корпус, 2-проба, 3-присъединителни фланци

Особеното на този вид камера е, че освен свиването на потока и последващото му разширение при нея се осъществява и промяна в посоката на движение на течността. Отначало потокът се отклонява от долната стена към горната, като в същото време увеличава скоростта си, т.к. сечението плавно намаля. След това се отклонява от горната стена обратно към дъното на камерата, където се и разрушава. Точно на това място се поставя образец от изследвания материал. С цел да се получат съпоставими резултати, изследвания са проведени с проби от въглеродни стомани – стомана 3, и стомана 65Г, легирана стомана 1Х18Н9, както и проби от алуминий, Al 99, 98, мед Cu 99,978 и месинг CuZn 37. Дебелината на пробите е различна като варира от 0,2 mm за медта до 3 mm при алуминия [Фомин, 1966]. Работната повърхност на изпитвания образец се

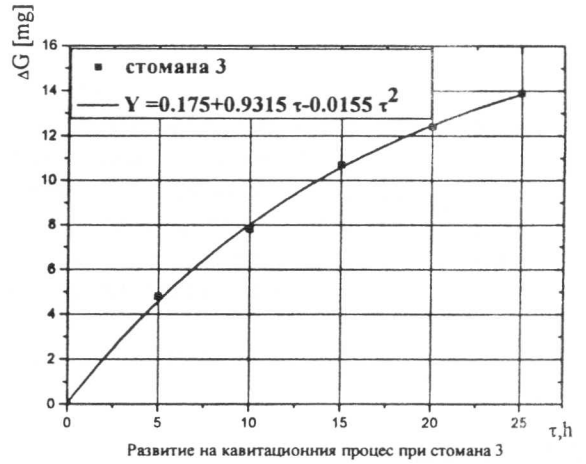
шлифова последователно с шкурка № 280 и № 400, след което се почиства със спирт и се обезмаслява с тетрахлорметан (CCl₄). Пробата се тегли на аналитична везна VVA30 с точност 0,00005g. Продължителността на изпитването е 25 часа. Определянето на кавитационното разрушаване при тези изследвания се извършва както по тегловен метод, така и визуално.

3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

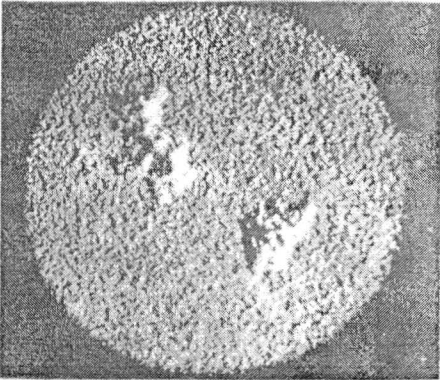
При всички изследвани материали се наблюдава следната последователност на протичане на кавитационното разрушаване. На петия час въздействие се наблюдава общо набраздяване на повърхността, което зависи от структурата на материала. При стомана 65Г (фиг.7) това набраздяване се изразява най-силно. На десетия час, когато се установява чувствително намаляване на теглото, по повърхността вече се наблюдават единични по-добре оформени каверни. В края на изследването на 25 час, повърхността е осеяна от кавитационни ямички, при стомана 3; прорязана от големи бразди – при стомана 65Г; или са се появили единични големи каверни, както се наблюдава при алуминиевата проба.



Фиг.3,



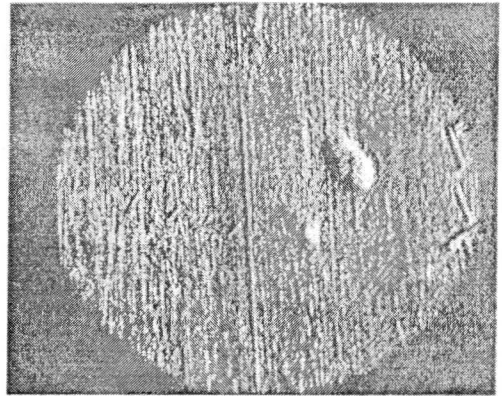
Фиг.3 Кавитационна устойчивост на стомана 3 при различна продължителност на въздействие.



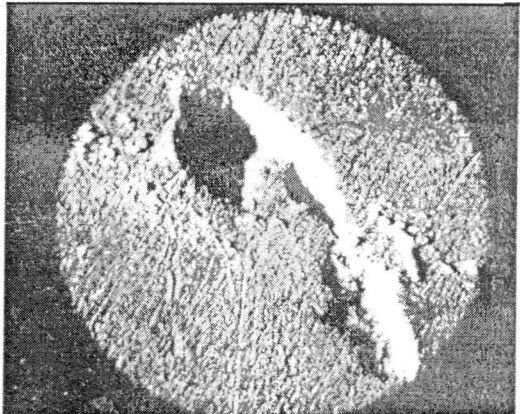
Фиг.2,



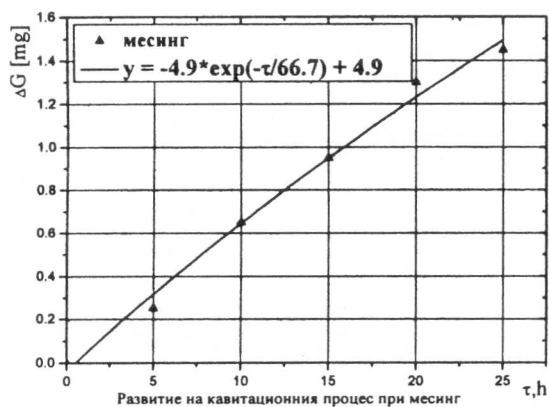
Фиг.2 Кавитационна устойчивост на алуминий при различна продължителност на въздействие.



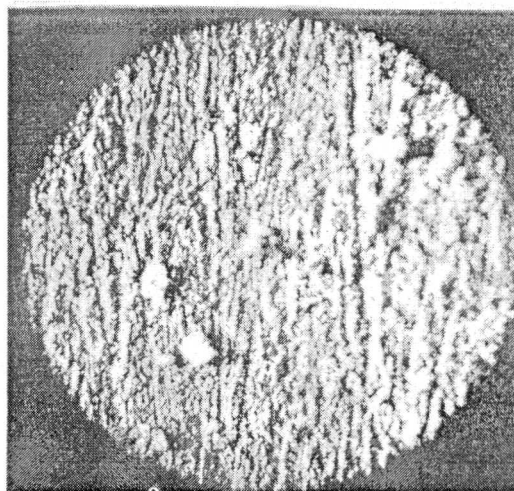
Фиг.4,



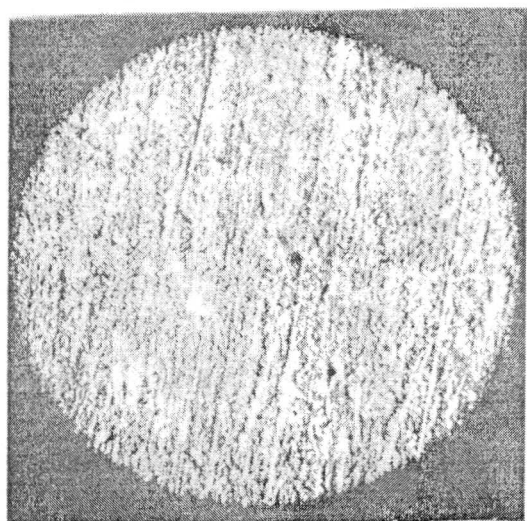
Фиг.4б



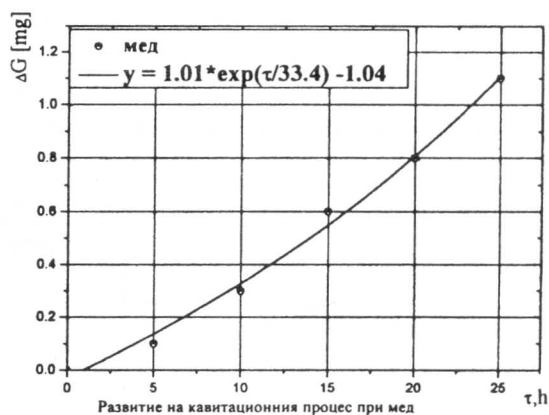
Фиг.4 Кавитационна устойчивост на месинг при различна продължителност на въздействие.



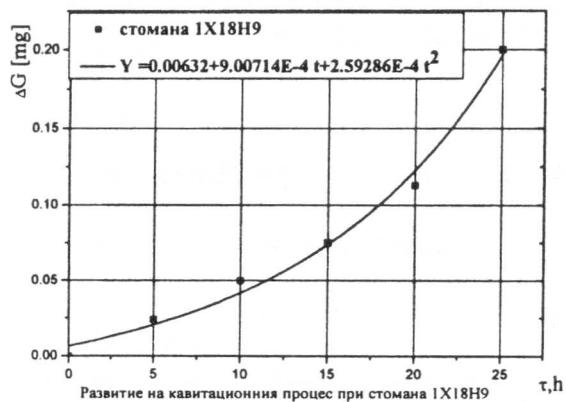
Фиг.6_а



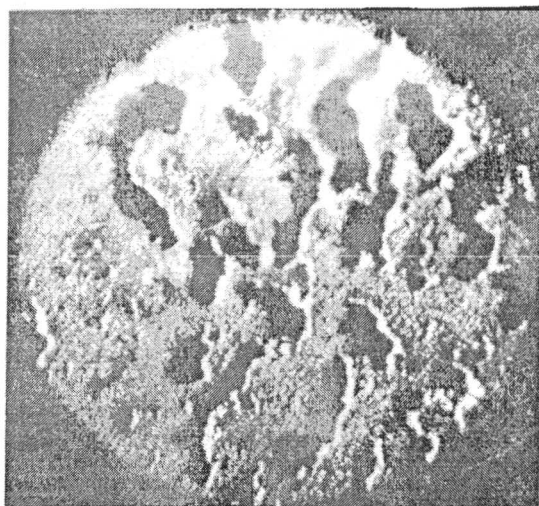
Фиг.5_а



Фиг.6 Кавитационна устойчивост на мед при различна продължителност на въздействие.



Фиг.5 Кавитационна устойчивост на стомана 1X18H9 при различна продължителност на въздействие.

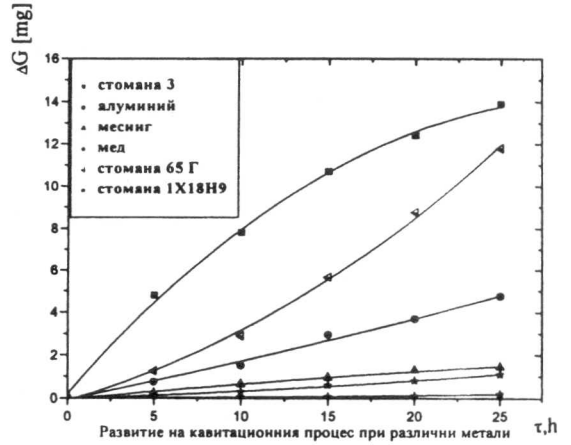


Фиг.7_а



Фиг.7 Кавитационна устойчивост на стомана 65Г при различна продължителност на въздействие

медните сплави, а най-силно се износват при кавитацията въглеродните стомани.



Фиг.8 Развитие на кавитационна ерозия при различни метали

На фигури от 2 до 7 са показани резултатите от експерименталните изследвания, като са представени снимки от отделните етапи на изследването. На базата на статистическа обработка са получени уравнения, описващи кавитационния процес на разрушаване, които са представени в таблица 1.

Таблица 1

№	Вид на материала	Уравнение	Корелационен коефициент
1	Стомана 3	$Y = 0.175 + 0.9315 \tau - 0.0155 \tau^2$	0.99124
2	Стомана 65Г	$y = 0.6 * \exp(\tau / 23.9) - 6.74$	0.99719
3	Легирана стомана 1X18H9	$Y = 0.00632 + 9.00714E-4\tau + 2.59286E-4 \tau^2$	0.99231
4	Алуминий	$y = 16.4 * \exp(\tau / 96) - 16.5$	0.99249
5	Мед	$y = 1.01 * \exp(\tau / 33.4) - 1.04$	0.99392
6	Месинг	$y = -4.9 * \exp(-\tau / 66.7) + 4.9$	0.99249

На фигура 8 е показана съпоставка на развитието на кавитационната ерозия при различни метали.

4. ИЗВОДИ

1. От изследваните материали най-висока кавитационна устойчивост показва стомана 1X18H9, като по неустойчиви са медта и

2. По-висока е кавитационната устойчивост на материалите, които не се поддават на корозионно въздействие, като това доказва влиянието на корозионния фактор.

3. Силното разрушение на алуминия, който е корозионно устойчив, но в същото време е и мек метал, говори за приблизително еднаквото влияние на ерозионния и корозионен фактор при кавитационното разрушение.

ЛИТЕРАТУРА

Козырев С.П., Гидроабразивной износ металов при кавитации. М., 1971г.
 Козырев С.П., Изследование гидроабразивного изнашивания металлов при кавитации. М., 1964г.
 Фомин В.В., Гидроерозия металлов, М., Машиностроение, 1966г.

Изследванията са извършени по договор № ВУ-ТН-107/205 на НИС при ТУ София.

CAVITATIONAL EROSION OF MASHINE-BUILDING MATERIALS

Milcho ANGELOV

Donka BODUROVA

SUMMARY

Cavitation erosion stability is one of the main requirements concerning constructive materials used in the production of hydraulic machines and other technological equipment operating in a cavitation mode.

Investigations have been carried out for determination of cavitation stability of some typical machine-building materials. The determination of cavitation destruction rate has been done by using the weighing method and visually. Equations have been obtained, describing the cavitation process of destruction for some materials.

Key words: cavitation, cavitation erosion