

Механично обработване с ултразвук

Димитър Станков, Мариан Калестеров, Кръстин Кръстев

Abstract: The a mount of ultrasound treatment is based on the impact effect of the face of quivering tool abrasive grains on the suspension of water and abrasive, located between the brow of the instrument and the surface of the workpiece.

The report shows the results of studies on the effect of basic parameters of ultrasound treatment on the size indicators of the technological process.

Keywords: system, ultrasound, preparations of brittle materials (glass), opened.

ВЪВЕДЕНИЕ

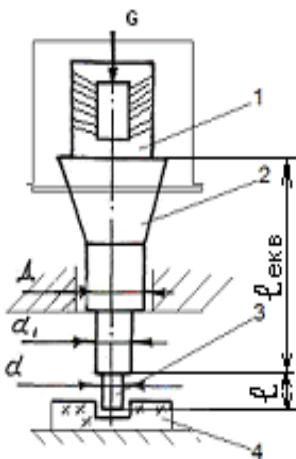
Ултразвуковото обработване на твърди и крехки материали е разновидност на механичното обработване.

Ултразвуковите трептения намират все по-голямо приложение, особено при обработването на труднообработваеми и необработваеми по класическите методи материали.

Размерното ултразвуково обработване се реализира главно чрез откопирване формата на инструмента върху заготовката. Ефективността на процеса зависи от взаимосвързани параметри, от които основни са: физико-механичните характеристики на обработвания материал, вида, концентрацията и зърнистостта на абразива, амплитудата и честота на трептене на инструмента, големината на статичното налягане на инструмента върху заготовката, износването на инструмента и др.

Авторите изследват влиянието на статичното усилие и амплитудата на трептене на ултразвуковия инструмент върху производителността при обработване на отвори в опитни образци от кварцово стъкло.

СХЕМА НА ОПИТНАТА УСТАНОВКА



Фиг.1. Схема на трептящата система
1-преобразовател; 2-концентратор; 3-инструмент; 4-заготовка.

ℓ и d – диаметър и дължината на работния инструмент. d_1 , D_1 и $\ell_{\text{екв}}$ – диаметри и дължина на стъпалата на вълновода (концентратор)

Изследването се извършва на установка за ултразвуково обработване (фиг.1), с мощност $P=0,6$ kW; работна честота $f=22$ kHz; ултразвуков инструмент с коефициент на усилване (N):

$$N = \left(\frac{D_i}{d_{ii}} \right)^2;$$

$$N=3.5 - 2\xi m=8 \mu\text{m}$$

$$N=4 - 2\xi m=19 \mu\text{m}$$

$$N=5.5 - 2\xi m=27 \mu\text{m}$$

- Диаметъра на челото на работния инструмент $d_p=4,8\text{mm}$; площ на челото на работния инструмент $S=18,1\text{mm}^2$.
- Работен абразив – зелен SiC, номера № 6; № 8 и № 10
- Обработван материал - кварцово стъкло с дебелина 5mm
- Измерителни уреди – лабораторна везна и амплитудометър.

МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Провеждат се две серии опити при еднакво време на работа, 5 min; работна честота 22 kHz и еднакви размери на работния инструмент с коефициент на усилване, $N=4$.

Първата серия опити се провежда при един и същи абразивен материал и различна амплитуда на трептене на работния инструмент, втората – една и съща амплитуда на трептене и различен абразивен материал. И при двете серии опити се променя статичното натоварване върху работния инструмент и се определя влиянието му върху производителността на процеса, (Q). За всяка точка от построените графични зависимости са проведени по пет паралелни опити, като в таблицата са показани средните стойности.

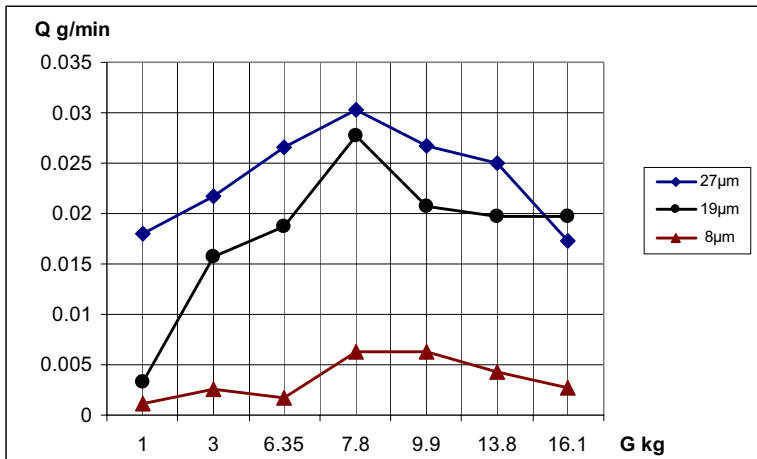
РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

В табл.1 са дадени резултатите при работа с абразивна суспензия с абразив №10 (едрината на зърната е до 110 μm).

Таблица 1

Статично натоварване G, kg	Специфично налягане P, MPa	27 μm Q g/min	19 μm Q g/min	8 μm Q g/min
1	0,3266	0,0180	0,0033	0,0012
3	0,9799	0,0217	0,0157	0,0025
6,35	2,0711	0,0265	0,0187	0,0017
7,8	2,5178	0,0303	0,0277	0,0063
9,9	3,2331	0,0267	0,0207	0,0063
13,8	4,5076	0,0250	0,0197	0,0043
16,1	5,2589	0,0173	0,0197	0,0027

На основата на посочените в таблицата данни са построени графични зависимости, показани на (фиг.2).

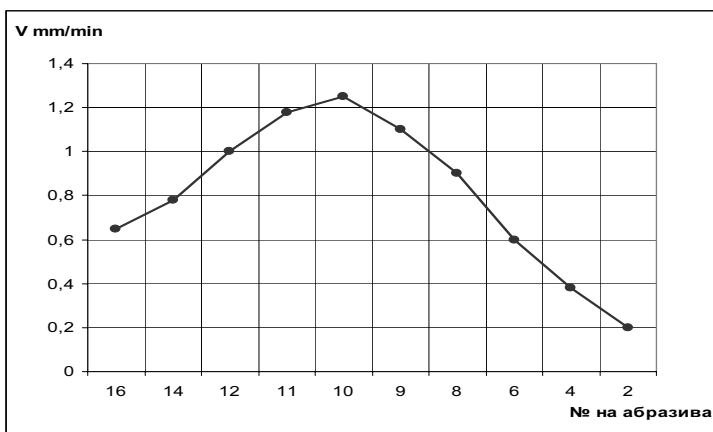


Фиг.2. Изменение на производителността Q от стойността на амплитудата на работния инструмент

При ултразвуковото обработване абразивните зърна се явяват режещ инструмент. Затова твърдостта им трябва да бъде по-голяма от твърдостта на обработвания материал. По време на работа зърната под действието на ударите на работната част на инструмента се разрушават.

Обикновено се обработват твърди материали, като различни видове стъкла, кристали и твърди сплави. В практиката се използват като абразивен материал боров карбид, силициевия карбид и електрокорундът.

При постоянна амплитуда на трептене и постоянно налягане на работния инструмент максималната производителност се достига при оптимална зърнестост на абразива (фиг.3).



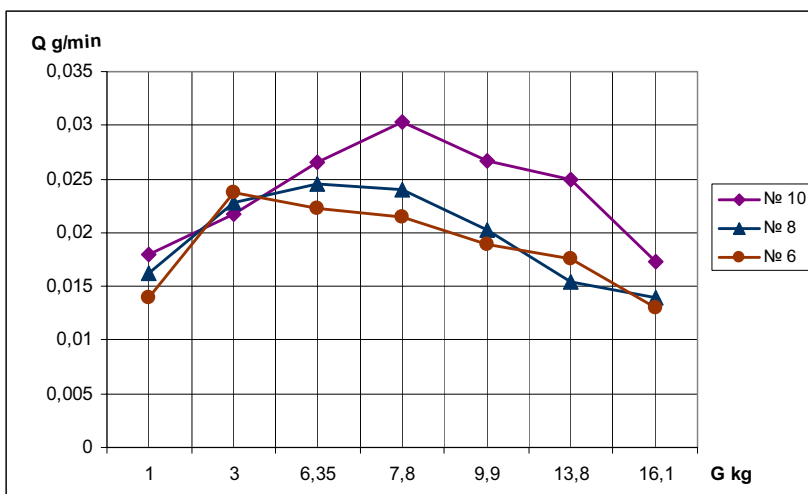
Фиг.3. Влияние на едрината на абразивните зърна върху производителността

В табл.2 са показани изследванията при работа с различна абразивна суспензия (различен абразивен материал, № 6, № 8 и № 10), като абразивните зърна на абразив № 6 са най-едри с размери 150 μ m - 180 μ m, на № 8 размерите са 110 μ m - 150 μ m и на № 10 до 110 μ m. Амплитудата на трептене на работния инструмент е 27 μ m.

Таблица 2

Статично натоварване G kg	Специфично налягане P, МПа	№ 10 Q g/min	№ 8 Q g/min	№ 6 Q g/min
1	0,3266	0,0180	0,0162	0,0140
3	0,9799	0,0217	0,0228	0,0237
6,35	2,0711	0,0265	0,0245	0,0223
7,8	2,5178	0,0303	0,0240	0,0178
9,9	3,2331	0,0267	0,0202	0,0137
13,8	4,5076	0,0250	0,0154	0,0193
16,1	5,2589	0,0173	0,0139	0,0130

На основата на посочените в таблицата данни са построени графични зависимости, показвани на (фиг.4).



Фиг. 4. Изменение на производителността Q от статичното натоварване на работния инструмент

ИЗВОДИ

1. На основата на получените резултати и построените графични зависимости става ясно, че с увеличаване на стойността на амплитудата на работния инструмент, производителността при пробиване на отвори се увеличава.

2. С увеличаване на статичното натоварване (респективно специфично налягане) производителността нараства. Това продължава до определен момент, когато големината на разстоянието между работния инструмент и обработваната повърхнина се запълва с отработен материал и абразив, влошават се условията за постъпване на свеж абразив в зоната на обработване поради наличие на продукти на обработването. По този начин се получава намаляване на производителността.

3. Оптималната зърнистост при различните амплитуди се намира в пределите на абразиви с №10 до 16 при размери на зърната от 110 до 180 μm . Това е границата на използваните в практиката абразиви.

4. При достигане на концентрация около 30% ръстът на производителността се запазва, а при по нататъшното ѝ повишаване производителността практически остава неизменна.

5. Състава на течността в суспензията до голяма степен определя производителността на ултразвуковото обработване. Най-добра течност се явява водата, притежаваща висок вискозитет, добра измиваща способност и добри охлаждащи свойства. След водата се нареждат бензин и керосин (0,7), спирт (0,57), машинно масло (0,3) и глицерин (0,03).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ангелов Г. С. и кол. "Промишлено приложение на ултразвука" ДИ "Техника", С., 1977.

[2]. Марков А. И. Ультразвуковое резание труднообрабатываемых материалов. "Машиностроение", М. 1980.

[3]. Митев, Р. Иван Тодоров, Генериране на управляваща програма за обработка на група отвори, III Младежка научна конференция 2009, Пловдив.

[4]. Розенберг, Л.Д. Физические основы ультразвуковой технологии. Изд. "Наука", М. 1970.

[5]. Станков Д. К. ,М. Калестеров, „Пробиване на отвори с ултразвук“ Н.К. по машиностроение и машинознание, 8 – 10 септември, 2009, Варна.

За контакти:

доц. д-р Димитър Костов Станков – ТУ-София, ф-л Пловдив; e-mail: dstancov@tu-plovdiv.bg, маг.инж. М. Калестеров – докторант, маг.инж. Кр. Кръстев – ТУ-София, ф-л Пловдив;

Докладът е рецензиран.