

Уредба за ултразвуково обработване

Димитър Станков, Йорданка Петрова, Дако Патарински

Abstract: *In this science work You are about to see a principle of a block-scheme of a utility for ultrasonic dimensional threatment, and are formulated the fundamental requirements, for the separate assemblies of the machine. The offered principal schematics and parameters of the basic systems of the machine, create preconditions for demonstrating the opportuneties of the ultrasonic oscillations threatment and for inserting different experimental studies.*

Key words: *ultrasonic, utility for ultrasonic dimensional threatment*

ВЪВЕДЕНИЕ

Разпространението на ултразвуковите трептения в течни и твърди среди, което твърде често е съпроводено с редица специфични ефекти е в основата на широкото и ефективно приложение на тези трептения в редица области на човешката дейност [3] - в машиностроене, уредостроенето, както за размерно механично обработване на твърди и крехки материали, така и за заваряване и запояване на лесно топими материали, в медицината - изследване на човешкия организъм и др. С изключение на ниско-енергийните технологии за дефектоскопия и т.н. в преобладаваща част от случаите необходимата мощност за реализиране на ултразвуково обработване е над 0,4 kW.

Проучването показва, че в момента практически няма фирма, която да предлага серийно произвеждано съоръжение, което да отговаря на изискванията, както по мощностни характеристики, така и по универсалност на приложението им.

Целта на настоящата работа е да се формулират основните изисквания към уредба за ултразвуково размерно обработване за нуждите на учебния процес по дисциплината Електрофизични технологични процеси, която да може да се ползва за демонстриране и на останалите възможности на ултразвуковите трептения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Принципно схема на уредбата за ултразвуково размерно обработване

За нуждите на учебния процес е целесъобразно уредбата да бъде преносима, с една работна позиция и вертикално разположение на акустичната глава, със средна мощност и с универсално предназначение.

Основното предназначение на уредбата е за прошиване на отвори с различно напречно сечение в трудно обработваеми материали, но с помощта на концентратор-инструменти със специална форма на работната част тя би могла да се ползва за обработване на обемно-профилни повърхнини, за прорязване и отрязване на заготовки от крехки и твърди материали, както и за провеждане на различни експериментални изследвания.

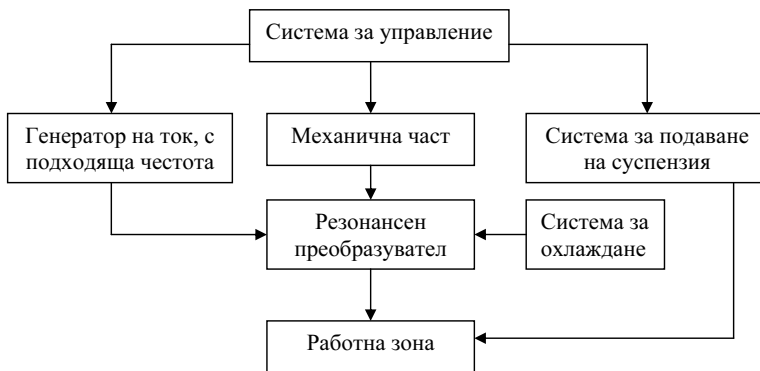
Принципна блок-схема на предлаганото съоръжение за ултразвуково размерно обработване, състоящо се от 7 основни системи (работна зона, механична система, генератор, резонансен преобразувател, система за подаване на суспензия, охлаждаща система и система за управление) и е показана фиг.1.

2. Основни изисквания към уредбата за ултразвуково обработване

Основните възли, които формират технологичните възможности на уредбата за ултразвуково размерно обработване са:

Резонансен преобразувател – като основна съставна част на съоръжението той може да бъде изпълнен на базата на два физически принципа:

- Магнестрикция или
- Обратен пиезоелектричен ефект



Фиг. 1. Принципна блок-схема на съоръжение за ултразвуково размерно обработване

И в двата случая конструкциите на преобразователите и методиките за тяхното изчисление са известни в литературата [1,5].

Достижимата електрическа мощност за магнитоотрижционните преобразователи е до 6 kW, а за пиезоелектричните преобразователи - до 400-600 W. За размерно обработване на различни видове обработваеми материали са необходими 1 - 2 kW [1,4,5], което показва, че мощността на пиезоелектричните преобразователи в общия случай не е достатъчна за размерно обработване.

Това предполага, че за да изпълнява служебното си предназначение, уредбата за ултразвуково размерно обработване трябва да бъде компонована на базата на магнитоотрижционен преобразувател със задължително охлаждане. Целесъобразно е системата за охлаждане да бъде проточна, т.е. да ползва вода директно от водопровода.

За пресмятане на вълноводите и масата може да се приложи известната от литературата методика [1,3,4].

Ултразвуков генератор – за целите на обучението, генераторът на ток трябва да бъде с регулируемо напрежение и напрежение на възбуждащия ток от порядъка на 180V при работна честота от 20 kHz.. От друга страна, трябва да позволява регулиране на честотата на тока на изхода си в рамките на $\pm (5 - 10)\%$ спрямо номиналната честота на тока, което позволява постигането на механичен резонанс на преобразувателя.

Възможните принципни електрически схеми са:

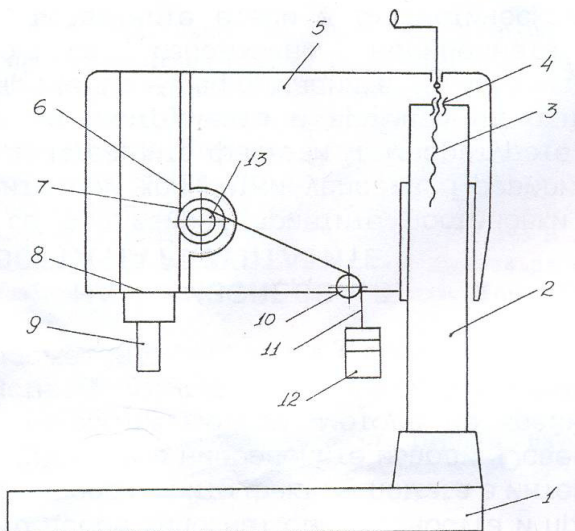
- Генериране на променливо напрежения за избраната номинална честота на тока - в този случай, електрическата честота на тока трябва да бъде два пъти по-ниска от номиналната честота.
- Генериране на импулсно напрежение с честота на тока, отговаряща на честотата на преобразувателя - според литературни данни, коефициентът на запълване трябва да бъде в границите на 0,4 – 0,6 [5].

Отчитайки съвременното развитие на електрониката, следва да се отбележи, че по-перспективна е втората схема, от което следва, че генераторът трябва да е импулсен. Това дава допълнително предимство, свързано с възможностите на компютризирана обратна връзка по амплитуда на трептенията и нейното автоматично поддържане.

Да съгласуване на честотата на възбуждащия ток на генератора с честотата на магнитоотрижционния преобразувател е задължително включването на автотрансформатор за регулиране на тока и на амперметър за следене на силата на възбуждащия ток ($I=0,2-0,25$ A).

Механична част - и в този случай са възможни два принципни подхода за реализация:

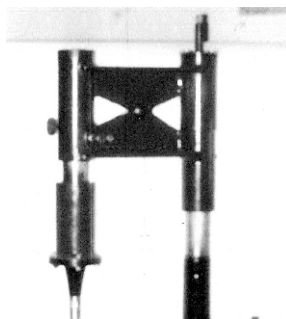
- На базата на реална конструкция на настолна пробивна машина – (фиг.2). От серийната машина се демонтират вретеното 9 и всички елементи, свързани със задвижването му. На негово място, към тялото на машината се присъединява резонансният преобразувател. Осигуряването на силата на притискане на инструмента към заготовката може да се регулира чрез добавяне или премахване на тежести 12, свързани към стандартния механизъм за вертикално преместване 13. Стандартната част от машината 3 и 4 се ползва за установъчно преместване на резонатора, в зависимост от височината на заготовката. Възможно е към стандартната маса на машината 1 допълнително да се установи и координатна маса.



Фиг.2. Схема на уредба за ултразвуково обработване

1-маса; 2- колона; 3-винт; 4- гайка;5- тяло; 6- зъбен гребен; 7- зъбно колело;8- пинола;
9- ултразвукова глава;10- ролка; 11- въже; 12- противотежест;13- барабан.

- На базата на специално конструирана механична система (фиг.3), която посредством зъбно-реечна предавка (рейката е закрепена неподвижно към пинолата) осигурява работен ход от порядъка на 100mm. Бързият ход за подвеждане и отвеждане на ултразвуковата глава към работната зона се осигурява от винт и гайка, закрепени към колоната.



Фиг.3. Механична част на уредба за ултразвуково обработване

Осигуряването на силата на притискане на инструмента към заготовката и при двата подхода на изграждане на механичната част се извършва чрез предварително определяне на масата на тежестта, компенсираща теглото на пиньона, резонансния преобразувател и охлаждащата вода (има основание да се счита, че колебанието на силата на триене в направлящите е незначително).

Методиката за определяне на силата на притискане на инструмента към заготовката се свежда до следните процедури:

1. Чрез динамометрична вилка, с разделителна способност 10 – 20 N, се измерва собственото тегло на системата. Въз основа на получения резултат се изработва основната тежест за системата (обикновено масата е с 10 - 20 kg по-малка).

2. Чрез динамометрична вилка, с разделителна способност 0,5 - 1 N, се извършва повторно измерване, за да се уточни допълнително необходимата маса на тежестта, така че да се получава сила на притискане около 1 - 2N. Въз основа на това измерване се изработва група сменяеми тежести, чието поставяне върху тежестта 12 (фиг.2) осигурява необходимата сила на притискане.

Система за подаване на суспензията – класическото изпълнение на подобни системи е: резервоар (обикновено с обем до 5 l), центробежна помпа и система от гъвкави тръбопроводи. Основното в конкретния случай е, че до резервоара трябва да се осигури лесен достъп, за да се гарантира предварителната подготовка на суспензията, преди началото на обработването, тъй като абразивната суспензия се утаява за около 60 min.

Система за управление – предвижда се ръчно управление на уредбата чрез набор от ръкохватки, лостове, измервателни и контролни уреди, посредством които трябва да се осигури:

- синхронизиране на електрическата и механичната част, т.е. получаване на резонанс; регулиране на напрежението към преобразувателя т.е. регулиране на амплитудата на трептене на инструмента;
- характеристиката на абразивната суспензия и
- статичната сила на притискане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, може да се направят следните най-общи изводи и констатации:

1. Формулирани са основните изисквания, на които трябва да отговаря уредба за ултразвуково размерно обработване.

2. Подбраните принципни схеми на изграждане и параметрите на основните възли на съоръжението създават предпоставки:

- за демонстриране на възможностите на ултразвуковите трептения за обработване на обемно-профилни повърхнини, за прорязване и отрязване на заготовки от крехки и твърди материали;
- за провеждане на експериментални изследвания с цел установяване влиянието на силата на възбуждащия ток на генератора върху амплитудата на трептене на инструмента или за изследване влиянието на амплитудата на трептене на инструмента и характеристиката на абразивната суспензия върху производителността на ултразвуковото обработване

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Георгиев А. П., Електрофизични и електрохимични технологии в машиностроенето, ISBN 954-438-080-9, ТУ, София 1994, 238 стр.
- [2] Гериагал Д. Д. Ултразвуковая технологическая аппаратура. изд. Энергия, 1976.
- [3] Замфиров Ив., М. Енчев, Г. Ненов, Технология на машиностроенето – част 1, РУ „Ан.Кънчев“, Русе, , 2006, 160 стр.
- [4] Марков А. И. Ултразвуковая обработка материалов. М. Машиностроение, 1980.
- [5] Попилов Л.Я., Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов, Справочник, М., Машиностроение, 1982.

За контакти:

доц. д-р Димитър Костов Станков, катедра «Машиностроителна техника и технологии», ТУ-София, ф-л Пловдив, тел.:032 659 614, e-mail: dstancov@tu-plovdiv.bg

Докладът е рецензиран.