Obrábění ultrazvukem

Jedná se o řízené rozrušování materiálu obrobku účinkem pohybu zrn abrazivního materiálu a působením kavitační koroze. Jde tedy o obrábění založené na mechanickém úběru materiálu.

**Ultrazvukové kmity - vibrace se dále používají v širokém rozsahu technologií, např. svařování, opracování a dělení plastů, při nedestruktivních zkouškách materiálů, čištění povrchů součástí a v lékařství při lokalizaci, diagnostice a terapii a dalších procesech.**

**Podstata metody:**

Zrna abrazivního materiálu jsou přiváděna mezi obráběný povrch a nástroj, který kmitá v kolmém směru na obráběný povrch kmity o ultrazvukové frekvenci 18 – 25 kHz. Zrna jsou nástrojem přitlačována řízenou stálou silou na obráběný povrch, čímž dochází k překopírování tvaru pracovní části nástroje do obrobku. Nástroj může kromě kmitavého pohybu vykonávat ještě pohyb přímočarý posuvný nebo jejich kombinaci.



*Obr. 1: Princip obrábění ultrazvukem*

*1 – kapalina, 2 – nástroj, 3 – brousící zrna, 4 – přívod brousících zrn a kapaliny, 5 - obrobek*

**Stroj pro obrábění ultrazvukem tvoří:**

* **Generátor ultrazvukových kmitů** – jde o elektronické zařízení, které mění střídavý elektrický proud o frekvenci 50 Hz na proud o frekvenci 18 – 25 kHz. Výstupní výkon generátoru je asi 0,2 - 4 kW.
* **Systém pro vytvoření mechanických kmitů** – přeměňuje elektromagnetické kmity na mechanické. Využívá se tzv. magnetostrikce, což je vlastnost feromagnetických materiálů měnit při vložení do magnetického pole své rozměry.
* **CNC řídící systém** – u moderních strojů řídí minimálně čtyři osy, reguluje také přítlačnou sílu nástroje, rychlost pohybů a frekvenci kmitů nástroje.
* **Systém pro přívod brousících zrn** – má za úkol řídit přívod brousících zrn a kapaliny do mezery mezi nástrojem a obráběnou plochou.
	+ **Kapalina** – musí zaručit dokonalý přívod nových zrn a odvod opotřebených zrn do a z pracovní mezery. Svým kavitačním účinkem zvyšuje intenzitu úběru materiálu, podle své viskozity více nebo méně tlumí pohyb kmitajících zrn. Používá se voda, petrolej, líh nebo strojní olej.
	+ **Brusivo** – brousící zrna mohou být z diamantu, kubického nitridu boru, karbidu boru, karbidu křemíku a umělého korundu. Koncentrace zrn v kapalině bývá 30 – 40 %. Při obrábění se zrna opotřebovávají, proto musíme zajistit jejich dokonalou výměnu.



*Obr. 2: Stroj pro obrábění ultrazvukem – princip*

*1 – generátor ultrazvukových kmitů, 2 – systém pro vytvoření mechanických kmitů, 3 – přívod brousících zrn a kapaliny, 4 – obrobek, 5 - nástroj*

**Nástroje pro obrábění ultrazvukem**

Vyrábějí se z konstrukční oceli, korozivzdorné oceli, mědi nebo mosazi. Jejich činná část má tvar vyráběné plochy. Při obrábění se nástroje opotřebovávají v závislosti na materiálu obrobku, pracovních podmínkách a materiálu nástroje. Moderní stroje jsou vybaveny upínacím systémem, který umožňuje rychlou výměnu nástroje.



*Obr. 3: Příklady nástrojů a prováděných operací při obrábění ultrazvukem (šipky znázorňují pohyby nástroje a obrobku)*

*a) nerotační dutiny, b) otevřené drážky, c) kruhové díry, d) závity, e) průchozí drážky, f) tvarové drážky*

*1 – nástroj, 2 - obrobek*

**Dosahované parametry:**

* **Obrobitelnost materiálů** – je úměrná jejich tvrdosti a křehkosti. Obrábět můžeme elektricky vodivé i nevodivé materiály např. sklo, křemík, ferity, germanium, keramické materiály, grafit, kevlar, slinuté karbidy, kalené oceli, polodrahokamy apod.
* **Plastické materiály jsou touto technologií neobrobitelné!**
* **Intenzita úběru materiálu** – je závislá na:
	+ **amplitudě kmitů nástroje** (při frekvenci 18 – 25 kHz je amplituda 30 – 80 μm),
	+ **velikosti přítlaku nástroje** (je závislá na velikosti obráběné plochy, amplitudě kmitů nástroje a velikosti brousících zrn, bývá 2 – 30 N.cm-2),
	+ **koncentraci brusiva v** **kapalině,**
	+ **druhu brusiva,**
	+ **zrnitosti brusiva** (pro hrubování volíme 3 – 16, pro dokončování 70 – 120, pro velmi přesné obrábění 220 – 260).

Maximální intenzita úběru materiálu je ve směru kmitání nástroje, na bočních plochách nástroje probíhá úběr materiálu s výrazně menší intenzitou.

* ​**Přesnost obrábění**
	+ průchozí díry do hloubky 3 mm – dosahujeme 0,02 – 0,05 mm na průměr,
	+ plochy o velikosti 40 – 50 mm2 – dosahujeme 0,02 – 0,05 mm,
	+ neprůchozí dutiny – dosahujeme 0,05 – 0,1 mm,
	+ kuželovitost děr – dosahujeme 20‘ na 1 mm délky díry.
* **Kvalita obrobené plochy** – Ra = 1,6 – 0,4 μm

**Metody spojování materiálů ultrazvukem:**

* **Svařování**- pomocí ultrazvuku ke svaření dochází za pomoci tepla, které vzniká z vysokofrekvenčních mechanických kmitů. Nejprve se musí elektrická energie přeměnit na vysokofrekvenční mechanický pohyb. Tento pohyb spolu s přítlačnou silou vytváří teplo na rozhraní spojovaných součástí - plochy svaru. Materiál nejprve taje a pak při tuhnutí tvoří molekulový svar mezi částmi.
* **Bodové svařování** - používáme tam, kde musí být svařeny plochy částí k sobě (polotovary, teplem foukané, lisované a velké plochy). Proces probíhá tak, že hrot sonotrody pronikne skrze svrchní část do spodní části. Teplo je dodáno na kontaktní místo plochy. Vytlačený plast vyteče nahoru a zformuje výstupek va tvaru zvonku. Zadní strana spodní části zůstává nezměněná. Plochy musí být zajištěny svorkami nebo kleštěmi.
* **Vrutování kovových částí** - součástky opatřeny závitem, silné šrouby nebo jiné kovové části mohou být ultrazvukově vsazeny do termoplastů. Musí být zaručena vysoká tuhost a stabilita vsazených částí.
* **Řezání a svařování obalových materiálů** - sonotroda a lůžko jsou nastaveny s tolerancí dvou mikronů k rychlému a přesnému stlačení vrstev. Pohybem fólií mezi nástroji je vytvořena energie mezi vrstvami. Vytváří se intermolekulární tření. Vazby mezi molekulami jsou přerušeny a vznikají nové konstelace. Svary mají vysokou pevnost a hned po svaření chládnou. Používají se u balicích linek, které balí výrobky do hermeticky uzavřených obalů.