

**České vysoké učení v Praze, Fakulta strojní**

**Doc. Ing. Libor Hlaváč, Ph.D.**

## **MAKROSKOPICKÝ FYZIKÁLNÍ POPIS INTERAKCE KAPALINOVÉHO PAPRSKU VYSOKÉ ENERGIE S MATERIÁLEM**

### **Souhrn**

Vysoce energetické resp. vysokorychlostní kapalinové paprsky či abrazivní kapalinové paprsky, zúženě pak vodní či abrazivní vodní paprsky, se staly v uplynulých třiceti letech velmi důležitým nástrojem pro dělení materiálu nebo jeho dezintegraci. Tento trend bude i nadále pokračovat, protože kapalinové paprsky mají podobně, jako ostatní flexibilní nástroje (plasma, laser, elektronový paprsek) velkou výhodu v tom, že při standardních aplikacích je není možno zničit a není ohroženo ani pohyb vyvozující strojní zařízení. Velkou výhodou kapalinového paprsku proti třem dalším zmiňovaným nástrojům je skutečnost, že řez je prakticky chladný, protože při interakci paprsku s materiálem dochází k lokálnímu zvýšení teploty pouze v mikroskopickém objemu, který odpovídá kontaktu abrazivního zrna s děleným – obráběným – materiálem. Výhodou kapalinových paprsků je dále poměrně vysoká mocnost materiálu, kterou je možno kvalitně prořezat a snadná možnost regulace i řízení, což umožňuje aplikaci v automatizovaných provozech a na robotech.

Aby bylo možno účinně řídit proces interakce kapalinového paprsku s materiálem, a to nejen pro účely řezání, ale i soustružení, vrtání, broušení, leštění či dokonce frézování, je třeba mít k dispozici vztahy popisující vývoj veličin důležitých pro stanovení účinnosti procesu, např. hloubky záběru, odstraněného objemu, vytvořené plochy, a to na makroskopických parametrech určujících jakost paprsku nebo kvalitu i kvantitu interakčního procesu kapalinového paprsku s obráběným materiálem. Přednáška se zaměřuje na určení fyzikálních vztahů popisujících dva časově a prostorově oddělené aspekty existence kapalinového paprsku, z nichž druhý je tím prvním do značné míry determinován.

Prvním v přednášce uvedeným aspektem je vznik kapalinového paprsku a jeho šíření volným prostorem. Pozornost je věnována možnosti vytvořit jednoduchý makroskopický model, který poskytuje okamžité výsledky dobře korelující s experimentem. Tento model je nutný pro velmi rychlé výpočty změn parametrů při dialogového způsobu řízení kvantity a kvality interakčního procesu mezi kapalinovým paprskem a obráběným materiálem, a to zejména při frézování. Model vychází z představy, že paprsek tvoří kompaktní konvergující jádro a divergentní obal. Výsledky modelu odpovídají provedeným experimentům i struktuře proudu vypočtené pomocí soustav diferenciálních rovnic, kterými byl děj popsán podstatně podrobněji.

Druhý rozebíraný aspekt je interakce kapalinového paprsku s materiálem. Pozornost je věnována jak interakci proudu čisté kapaliny s abrazivními zrny při směšovacímu procesu, tak interakci již vygenerovaného abrazivního kapalinového paprsku s obráběným materiálem. Proces je popsán pomocí makroskopických parametrů zjednodušenými rovnicemi tak, aby bylo možno výpočty co nejvíce zrychlit a zkrátit tak zpětnovazební zpoždění při dialogovém způsobu řízení kvantity a kvality obráběcího procesu.