

# CNC frézování pro průmyslové i komerční využití



Ing. Martin Abel

(Pokračování  
z RC revue 1/2019)

## Frézování v praxi (4. díl)

V předchozích dílech tohoto seriálu jsme si představili frézku jako zařízení umožňující různé výrobní procesy, jak frézku sestavit a nastavit, druhy nástrojů – čelní frézy, jejich materiály a úpravy. V tomto článku probereme frézování v praxi do různých materiálů. Začneme s 2D frézováním.

2D frézování je ideální k výrobě různých dílů modelů, zhotovených například z plastů vyztužených uhlíkovými vlákny. 2D frézování se dále osvědčilo při výrobě dílů ze dřeva, mosazi a hliníku; tuto techniku preferují i výrobci stavebnic modelů letadel a lodí při tvorbě jednotlivých dílů.

Každý materiál má jiné vlastnosti a samozřejmě při frézování se také chová jinak. Je třeba vždy frézování do daného materiálu odzkoušet, řídit se doporučeními, pokud je máme. Může se stát, že budeme nuceni uskutečnit několik různých zkoušek, než přijdeme na ten správný nástroj a optimální nastavení pracovních parametrů pro danou operaci.

2D frézování se děje za pomoci modelu, jenž určuje polohu řezného nástroje v dvourozměrné vodorovné rovině. Aby však bylo možné uskutečnit skutečný řez, musí se nástroj pohybovat i svisle. Množství materiálu, jež je

možné odebrat při jednom průchodu, je omezeno, takže je nutné k uskutečnění každé práce naprogramovat mnoho svislých a bočních průchodů. Konec konců, frézování by byl velmi omezený proces, pokud by nám nedovolil řezat do různých hloubek na různých místech.

Význam má i upnutí obrobku, čím větší přesnost práce se vyžaduje, tím je účinné upnutí obrobku důležitější. Je zcela nezbytné nejen zajistit, aby obrobek neprokluzoval, nýbrž také aby dolní úroveň vodorovných rovin X a Y byly orientovány vůči řeznému nástroji v pravém úhlu. V opačném případě mohou nastat problémy, jako například rytiny budou mít nestejnou hloubku, nebo se nevyvíznou vůbec, při čelních pracích bude horní povrch rovný, nebude však souběžný s povrchem dolním. Jestliže pak obrobek otočíme a budeme frézovat dolní povrch naplocho, přesto nebude souběžný s horním povrchem. Tato neshoda pak bude procházet všemi následnými kroky.

Tento druh problémů je obvykle způsoben nevhodnou pracovní deskou nebo jejím nesprávným použitím. Stoly stroje a zkušební desky vyrobené ze dřeva nebo jiných měkkých materiálů jsou nejnáchylnější k chybám. Dokonce i masivní hliníkový stůl s drážkou T se může ohnout o několik setin milimetru, je-li vystaven nekonzistentnímu zatížení. Pevná stabilita je reálná pouze u stolů z masivní oceli o tloušťce několika centimetrů.

Většinou nestačí pouze utáhnout svorky co možná nejvíce, k udržení obrobku na místě je nutné použít takovou sílu, která je dostatečná a při níž se vyhneme efektu pákového převodu. Důležité je i rovnoměrné upnutí obrobku. Jestliže připevníme obrobek na místo dvěma svorkami a první z nich utáhneme příliš, obrobku nepomůže ani použití druhé svorky. Ke stabilizaci obrobku je vhodné použít několik svorek, nebo svorky různého typu.

Existuje pomůcka pro kontrolu vyrovnání obrobku – posuneme frézu nad obrobek a za pomoci listu papíru ve funkci nárazníku ji spouštíme, až udrží papír na místě; poznamenejme si hodnotu Z, zobrazenou řídicím softwarem. To opakujeme několikrát na různých místech, a pak si porovnáme zaznamenané hodnoty Z. Tato metoda samozřejmě není 100% přesná, ale stačí ke zjištění neshod až do 0,1 mm.

## Frézování dřeva

Dřevo je špatný vodič tepla, proto se nástroj s tupými zuby nebo použitý při velmi nízké rychlosti posuvu velmi rychle zahřeje, v důsledku čehož buď dřevo zčerná nebo se rozžhaví. Používání nesprávných řezných rychlostí je rychlá cesta k otupení i těch nejdražších fréz v rekordně krátké době.

Měkké dřevo jehličnatých stromů je nutné frézovat mírnými řeznými rychlostmi pomocí ostrých nástrojů a vysokých rychlostí posuvu. Měkké dřevo je obecně docela levné. Tento materiál je ideální k výrobě prototypů. Prototypy slouží ke kontrole přesnosti, funkčnosti a konstrukce výrobku. Pro měkké dřevo je ideální nástroj s jedním nebo dvěma žlábkami z masivního karbidu, a pokud je to možné, používáme frézování shora.

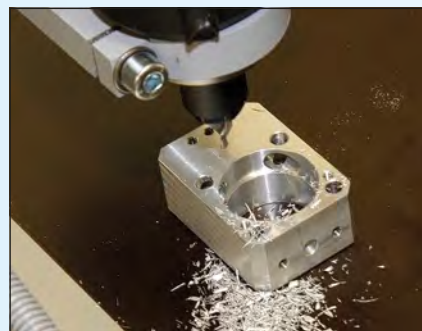
Při frézování do MDF desky za použití pravořezné jednožlábkové čelní frézy 1 mm bez povlaku a řezné rychlosti 40–80 m/min byl výsledek vcelku dobrý.

Pro odzkoušení frézování překlíčky byla zvolena pravořezná dvoužlábková rybinová čelní fréza o průměru 1 mm, ale důležité bylo upnutí obrobku. Byl upnut tak, aby tenká vlákna mezi jednotlivými písmeny odpovídala směru dřevních vláken. Výsledek byl dobrý, ale hrany byly nepatrně roztržené. Proto se na další pokus použila levořezná rybinová fréza o průměru 1 mm, navíc se snížila rychlost posuvu i rychlost otáčení vřetena. Obrobek byl opět upnut tak, aby dřevní vlákno bylo souběžné s textem. I když bylo znovu vidět několik volných vláken, byl výsledek lepší než předchozí.

Tvrdé dřevo, jako jsou například dub, břiza nebo platan, je pevnější a pružnější než dřevo měkké. Tvrdé dřevo je třeba frézovat středními řeznými rychlostmi a při vyšších rychlostech posuvu než dřevo měkké, avšak obecně se s ním pracuje snadno. Dobře se jeví nástroj s jedním nebo dvěma žlábkami, pravořezné či levořezné, z masivního karbidu.

## Frézování plexiskla, polykarbonátu, PVC

Polymethylmethakrylát (PMMA), běžně známý jako plexisklo nebo akrylátové sklo je čirý syntetický polymer s vlastnostmi termoplastu. Polykarbonátové (PC) termoplastické polymery mají podobné atributy. Nejznámější komerční polykarbonát je Makrolon. Oba materiály se dodávají ve zcela průhledných, zabarvených verzích se saténovou povrchovou úpravou. Plexisklo měkne při teplotě 105 °C, zatímco polykarbonát měkne až při 140 °C. Stejně jako měkké dřevo je oba materiály třeba obrábět při vysokých řezných





rychlostech i rychlostech posuvu. Nesprávné parametry rychle generují teploty, které taví materiál a ucpou nástroj, což má za následek boční tlak, jehož vlivem se nástroj utrhne nebo ulomí.

PVC je velmi měkký materiál a je třeba jej řezat při nízkých rychlostech a vysokých rychlostech posuvu, pak je výsledek čistý bez roztavených hran.

Oblíbené je vyrývání do dvouvrstevných plastových destiček, kdy se frézováním odstraní horní vrstva a ukáže se spodní jinak zbarvená vrstva. Horní vrstva má tloušťku obvykle jen několik desetin

milimetru, což vyžaduje jen jediný průchod rydla nebo konvenční čelní frézy.

### Frézování hliníku a mosazi

Hliník a mosaz jsou mezi modeláři všestrannými favority; lze je stejně dobře obrábět v deskách nebo masivních blocích. Jsou velmi pevné a stabilní při vysokých teplotách, což z nich činí ideální materiály k výrobě nosných součástí.

Frézování hliníku vyžaduje od stroje daleko více, než frézování

dřeva nebo plastu. Čistý hliník je dost měkký a ochotně se hromadí na řezných hranách a ve šterbích nástroje, což brání odstraňování třísky a snižuje kvalitu řezu. Slitiny hliníku s mědí, magnéziem, manganem, křemíkem nebo olovem mění základní atributy kovu, činí jej tvrdším nebo pružnějším, případně mění charakteristiky svařování a eloxování.

Některé slitiny hliníku s dobrými atributy obrábitelnosti jsou Al-Mg4.5Mn, AlCuMgPB, AlMgSi-Pb, AlCuMg1.

V protikladu k frézování dřeva a plastu, hliník vyžaduje nízkou hloubku pronikání a – kvůli fréze o malém průměru – malou hloubku řezu na průchod 0,2 mm. Frézy o větším průměru je možné použít k obrábění až do 2 mm materiálu při jednom průchodu. Při frézování hliníku je nezbytné udržet nízkou rychlost pronikání. Takto nastavené hodnoty zpomalují proces frézování, u vzorového obrobku trval celý proces přibližně čtyři a půl hodiny. Výsledek je ale velmi dobrý.

Mosazi jsou slitiny zinku, mědi a případně dalších prvků, záleží pro jaký účel má mosaz být. Podle podílu jednotlivých prvků se pak

liší i podmínky pro frézování mosazi.

### DPS desky

Výroba DPS – desek plošných spojů frézováním na CNC frézce je velmi oblíbený způsob. Výhodou je jednak možnost výroby DPS takřka libovolných tvarů, ale i přesnost a opakovatelnost procesu. Využívá se vrtáků pro vrtání otvorů, fréz na frézování motivů a speciálních nástrojů pro frézování jemných roztečí.

Závěrem můžeme jenom zopakovat, že pro každý materiál je nutné se držet pokynů a doporučených parametrů. Vždy frézování odzkoušíme – i několikrát – než dojdeme k uspokojivému výsledku. Lze konstatovat, že i na malé frézce můžeme obrábět téměř všechny materiály. Ale musíme pečlivě zvolit a následně odzkoušet parametry obrábění i frézovací nástroj. Nelze očekávat, že ihned po zprovoznění frézky bez znalostí a zkušeností snadno a lehce vyfrézujeme složitý objekt. S postupem času a nabýváním zkušeností ale docílíme překvapivých výsledků.