# Metodický pokyn

|  |  |
| --- | --- |
| Projekt | CZ .1.07/1.1.36/02.0066 |
| Autor | Ing.PavelFlorík |
| Předmět | Mechanika |
| Výukový materiál téma | Výpočet Hřídele na krut a ohyb 2 |
| Výukový materiál soubor | Složené namáhání- krut a ohyb |

Obsah a vymezení výukového materiálu (anotace)

Tento učební materiál doplňuje výklad vztahující se k složenému namáhání při ohybu a krutu způsobeným osamělými silami. Učitel pomocí něj demonstruje závislost velikosti výsledného napětí v závislosti na velikosti zatěžujících sil a momentů a následnou změnu rozměru průřezu zatěžované součásti. Žáci díky tomuto materiálu pochopí, jak lze pomocí 5 teorie pevnosti stanovit výsledné napětí z jednotlivých druhů napětí, jedná-li se o normálová a tečná napětí. A jak lze poměrně jednoduše graficky stanovit velikost a průběh ohybových a kroutících momentů v závislosti na velikosti zatěžujících sil a přenášeného výkonu při daných otáčkách a pomocí redukovaného napětí, či redukovaného momentu vypočítat finální rozměr hřídele podle jeho materiálových hodnot - dovoleného napětí v ohybu.

Popis použití ve výuce (didaktická podpora)

Materiály slouží k osvojení a pochopení základních pevnostních výpočtů podle 5-té teorie používaných v pružnosti-pevnosti, což je cílem těchto hodin. Žáci se pomocí metody řezu a grafického zobrazení průběhu posouvajících sil určí velikost maximálního ohybového momentu a pomocí výkonu motoru a jeho otáček určí kroutící moment. Podle 5 – té teorie –HMH pak stanoví redukovaný moment a redukované napětí a pomocí dovoleného napětí v ohybu vypočtou průměr hřídele, který zaokrouhlí na normalizovanou hodnotu. Při řešení tohoto příkladu pracují žáci se Strojnickými tabulkami a s učebními texty, takže si procvičí práci s odbornou literaturou. Žáci používají WM zprvu pasivně tak, aby si mohli vyzkoušet a „osahat“ práci s tímto programem. Pro aktivní použití slouží příklady k procvičení. Ve výukových programech mohou žáci lehce měnit zadané hodnoty / Síly , výkon, otáčky a rozměry součásti, nebo pevnostní charakteristiky materiálu / a vyzkoušet si tak velice rychle, jak se mění výsledné rozměry zatěžovaného hřídele. Díky WM jsou schopni vyzkoušet si tak daleko více výpočtových variant.

# Technický popis materiálu (komentář k systému Wolfram Mathematica)

WM umožňuje zobrazení hodnot: maximálního ohybového momentu Momax a kroutícího momentu Mk a následných redukovaných veličin: Mored a **s**red v závislosti na :

1. Velikosti zatěžujících sil a jejich působišti
2. Velikosti přenášeného výkonu a otáčkách
3. Rozměrech navrhované součásti
4. Mechanických hodnotách daného materiálu: dovolené napětí v ohybu

Postup řešení využívá poznatky z prvního a druhého ročníku a nutí žáky používat a opakovat známé postupy. Hřídel je zatížen na ohyb vnějšími silami vyvolanými obvodovými silami spoluzabírajících ozubených kol a na krut přenášeným Mk. Vnější síly působí ve dvou navzájem kolmých rovinách a jejich hodnotu stanovíme výpočtem, / v dalších cvičeních je možno tyto hodnoty libovolně měnit / pomocí programu WM. Dále vypočteme celkové ohybové momenty a zjistíme, který z nich je větší. Z přenášeného výkonu a otáček vypočteme Mk a pomocí 5- té teorie HMH stanovíme redukovaný moment Mored. a z něho pak vypočteme průměr hřídele. Pomocí příkazů ClearAll a Solve, případně NSolve. Protože jsme navrhovali jediný příčný rozměr- průměr hřídele, použili jsme WM k jeho určení. Mechanické hodnoty materiálu hřídele jsme stanovili pomocí Strojnických tabulek. To je také jediná část výpočtu, kde se nepoužije WM. I když se použití WM může jevit z hlediska jeho možností jako nevyužité, musíme si uvědomit, že v této oblasti mechaniky toho vlastně více nepotřebujeme, provádíme výpočet velikosti navrhované součásti a ta buď vyhovuje, nebo ne, tečka. Kromě toho musí žáci ještě ovládnout grafické znázornění průběhů ohybových momentů, zopakovat si průběhy posouvajících sil a výpočty reakcí a v neposlední řadě potrénovat svou prostorovou představivost. Samozřejmě žáci mohou v dalším výpočtu měnit podle libosti rozměry a velikosti zatížení a tak si následně s tímto programem „pěkně“ vyhrát.

Shrnutí

Je třeba, aby se žáci orientovali v problematice výpočtů složených namáhání, protože se v technické praxi vyskytuje velice často. Tento výpočet v sobě zahrnuje poznatky z prvního i druhého ročníku a žáci při něm procvičují již získané dovednosti při výpočtu reakcí, určení průběhů posouvajících sil a ohybových momentů. Dále se pak procvičí v práci s teorií HMH. Jinak je výpočet v podstatě náročný pouze na jejich prostorovou představivost a pokud jsou v první fázi správně určeny vstupní hodnoty a stanoveny správné druhy jednotlivých namáhání neměl by činit žákům žádný zásadní problém. Dále je třeba věnovat velkou pozornost použitým jednotkám, což žákům činí trvalé potíže a též vypočtené hodnoty poté nemusí odpovídat skutečnosti, neboť WM nepracuje s označením jednotek tak, jak jsme zvyklí my při běžných výpočtech s tužkou a papírem.WM nám ovšem poskytuje výhodu rychle propočítat součást se změnou velikosti zatížení, což by žáci mohli ocenit i v praktických cvičeních ve Stavbě a provozu strojů. Tato varianta zatížení je pro žáky méně problematická a tedy jednodušší nežli spojité zatížení a užití WM prohloubí znalosti i možnosti variací.