

## **CHOICE PARAMETERS INFLUENCE AT VEHICLE TRACK BEHAVIOUR**

**M. Chalupa\*, R. Vlach\*, V. Kotek\***

**Summary:** *The paper shows possible modeling method of selected type of track. Selected type of track is a combat vehicle track. The paper describes creation of computational model of the track. The computational model is built for computational simulating system Pro Mechanica and consists of a undercarriage and many track links.*

### **1. Úvod**

Vybraným typem kolejového pásu, který je v tomto příspěvku popisován, je pás bojového vozidla. Cílem prací bylo provést sestavení výpočtového modelu nejen kolejového pásu ale i celého pásového pohybového ústrojí vozidla a navrhnout cesty dalšího využití tohoto matematického modelu pro první pokusy výpočtové simulace ke zjištění základních informací o chování jednotlivých částí podvozku při jízdě vozidla vysokou rychlostí.

Článek popisuje dále návrhy způsobu a možností budoucího využití výsledků simulačních výpočtů chování pásu při různých režimech provozu a změnách geometrie podvozku vozidla, které jsou plánovány provést pro prozkoumání vlivu jednotlivých vybraných parametrů konstrukce článků pásu i pásového pohybového a závěsného ústrojí, na celkové chování pásu.

Pro výpočtové modelování je plánováno využití výpočetního systému PRO/MECHANICA verze 20.0. Tento systém se skládá ze tří modulů (motion, structure a thermal). Modul „motion“ je používán k analýze kinematických a dynamických vlastností modelované mechanické soustavy a jeho animaci.

Při provádění výpočtového modelování je předpokládáno využití zkušeností z předešlých let, kdy byl podobně simulován pohyb pásu pro lyže určené pro jízdu po travnatých svazích.

### **2. Popis výpočtového modelu**

Výpočtový model (obr.1) je tvořen základními částmi pásového pohybového ústrojí podvozku vozidla (pojezdná kola, nosné kladky, hnací kolo, vodící kolo) – vedením pásu, po kterém se pohybují jednotlivé články pásu, spojené mezi sebou sponami. Struktura článku je dosti složitá, proto byla provedena určitá zjednodušení, zejména co se týče geometrie. Provedená zjednodušení by však neměla mít podstatnější vliv na celkové chování modelu. Hlavními

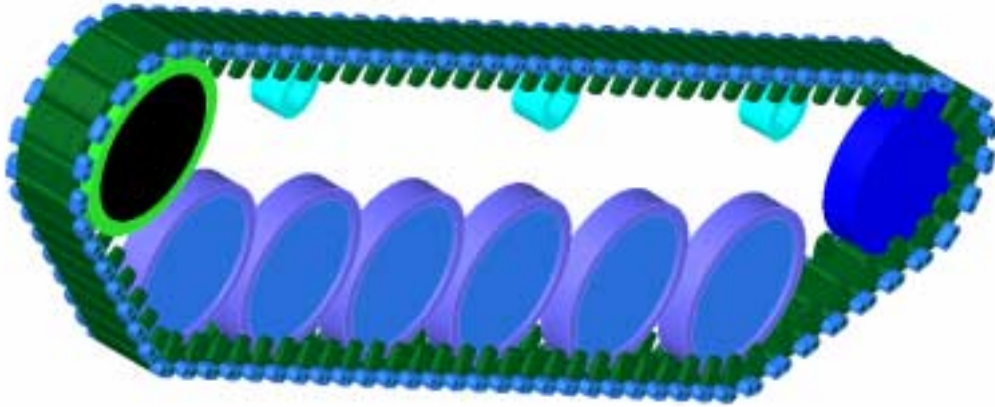
---

\* Ing. Radek Vlach : Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142757, fax: +420.5.41142876; E-mail: [vlach@feec.vutbr.cz](mailto:vlach@feec.vutbr.cz).

Ing. Vladimír Kotek : Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +4205 4114 2863, fax: +420.5.41142876; E-mail: [kotek@umtn.fme.vutbr.cz](mailto:kotek@umtn.fme.vutbr.cz).

Doc.Ing. Milan Chalupa, CSc.: VA Brno, Kounicova 65, 612 00 Brno, tel.+fax: +4205 4118 3420, E-mail: [milan.chalupa@vabo.cz](mailto:milan.chalupa@vabo.cz).

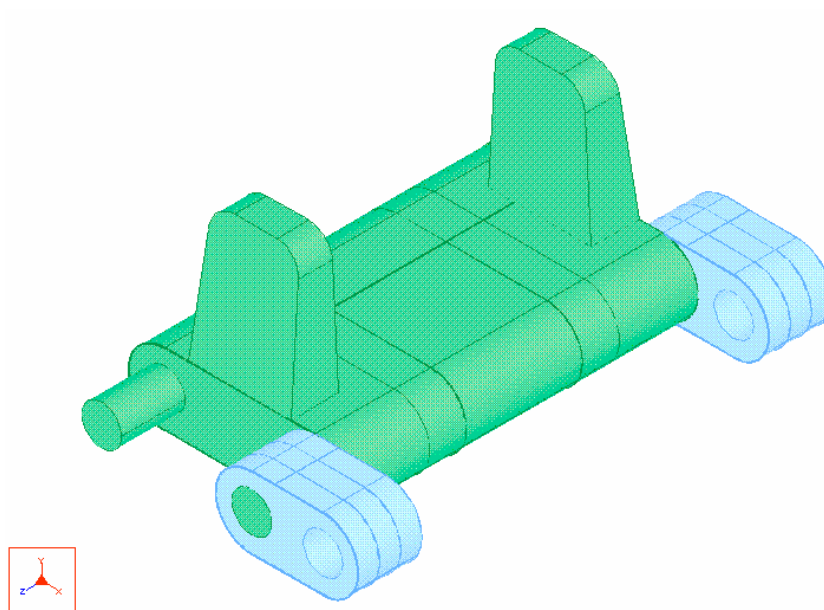
částmi článku pásu (obr.2) je těleso, na kterém jsou dále dva vodící ozuby a dvě spojovací oka s čepy, spojkami, pojistnými klíny a maticemi. Počet článků v jednom pásu je 84.



Obr. 1: Model podvozku a pásu vozidla

Mezi jednotlivými částmi podvozku jsou pro zajištění co největší přesnosti a funkčnosti modelu definovány vazby tak, aby se celý model co nejvíce podobal skutečnosti. Všechny články podvozku jsou spojeny pomocí spon prostřednictvím rotačních vazeb jak je tomu u skutečného pásu. Nejdůležitější bylo nadefinovat vhodné vazby mezi jednotlivými články, které se dostávají při pohybu do kontaktu s vodícím kolem, pojezdovými koly a nosnými kladkami. Pro vytvoření tohoto druhu vazby bylo třeba nejdříve na geometrický tvar příslušných prvků definovat kontaktní plochy. Mezi těmito plochami je pak možné definovat vazbu umožňující kontakt, kdy se jednotlivé části pásu a opěrných částí pásového pohybového ústrojí podvozku vozidla, mohou i vzdálit od kontaktních ploch. Další důležitou vazbou zajišťující pohyb pásu jsou kontaktní vazby mezi sponami článků a hnacím kolem jak je tomu u skutečného podvozku. Tato vazba vyžadovala, aby byla aktivní pouze v okamžiku, kdy dochází ke kontaktu hnacího kola s příslušnou sponou, protože tato vazba neumožňuje vzdálení kontaktních ploch. Důvodem k takto definované vazbě je přenos otáčení hnacího kola na pás. Spony které jsou v daném okamžiku v kontaktu s hnacím kolem, se musí pohybovat stejnou obvodovou rychlostí, jaká je na vnějším obvodu hnacího kola, s nímž jsou v kontaktu.

Složitost výpočtového modelu nejlépe vystihuje množství těles a především počet vazeb, které bylo nutné mezi jednotlivými tělesy nadefinovat. Výpočtový model tvoří celkem 182 těles mezi nimiž je nadefinováno 1201 vazeb.



Obr. 2: Model „článku“ a „spony“ kolejového pásu

### 3. Popis návrhu simulačních výpočtů

Cílem provádění simulačních výpočtů by mělo být testování vlivů změn geometrie oblouků pásu, předeptnutí pásu a hmotnosti článků pásu (určované parametry pásu vozidla) na změny minimální a střední rychlosti pásu, které jsou podmíněny zejména změnami velikosti reakcí nosných částí tělesa pásu (sledované parametry pásu vozidla).

Navrhované podmínky zatěžování pásu při těchto výpočtech je možno popsat tak, že určované parametry pásu vozidla budou stanovovány postupně se změnami, při kterých bude možno dosáhnout dostatečných změn výsledků výpočtů sledovaných veličin parametrů pásu tak, aby mohlo být provedeno jasné vyhodnocení sledovaných veličin a mohly být prvotně stanoveny jejich základní vlivy.

Pás vozidla bude simulačně roztočen zadáním otáček pohonného kola zajišťující požadovanou rychlost pásu. Pás nebude při počátečních simulacích zatížen hmotností vozidla. Zrychlení vodorovnou složkou hmotnosti vozidla při jízdě ze svahu nebude ve výpočtech uvažováno. Pro výpočty bude použit výpočtový model, který bude obsahovat úplný popis jak pásového pohybového ústrojí vozidla, tak úplný popis kolejového pásu, kde budou zahrnuty všechny články pásu. V případě nestability výpočtů by mohly být simulace prováděny pouze s částí pásu (může být simulován oběh jen několika článků, ne celého pásu). Důvodem této nestability výpočtů může být, podle zkušeností ze simulací pohybu pásu lyže určené pro jízdu po travnatých svazích, například nedostatečná kapacita operační paměti počítače a nebo přílišná časová náročnost na délku jednotlivých simulačních výpočtů. Pro porovnání uvažovaného vlivu však může postačit zachovat stejné výpočtové podmínky pro všechny související porovnávací výpočty jednoho druhu simulace. Pro ilustraci vlivu uvažovaných změn určovaných parametrů pásu na velikost sledovaných konstrukčních parametrů, budou tyto omezující výpočtové podmínky simulačních výpočtů dostačující.

#### 4. Předpokládané využití a výsledky

Jeden ze simulačních výpočtů je plánován pro sledování a zjišťování vlivu změny poloměru oblouku pásu na hodnoty reakcí v nosných částech tělesa článku. Dále bude sledován vliv změny geometrie oblouků pásu na rychlost pohybu pásu v oblouku pásu. Je předpokládáno, že výsledky simulačních výpočtů potvrdí domněnku, že zvětšováním poloměru oblouku je možné zvyšovat jak minimální rychlost článků pásu při průjezdu obloukem pásu, tak střední rychlost pásu.

Další simulační výpočet by měl sledovat vliv změny hodnoty předepnutí pásu na hodnotu reakcí v nosných částech článku pásu a vliv změny hodnoty předepnutí pásu na rychlost pohybu pásu v oblouku pásu. Pro simulační výpočty bude postupně měněn matematický popis modelu předepnutí pásu změnou polohy napínacího kola. Po provedení simulačních výpočtů, budou vybrány hodnoty minimální rychlosti těžiště článků při pohybu po celé dráze. Podle průběhů rychlosti článků pásu bude možné sestavit graf vlivu změny předepnutí pásu na hodnoty reakcí v nosných částech článku pásu. Pro výsledky tohoto simulačního výpočtu je předpokládáno, že potvrdí domněnku, že zvyšováním předepnutí pásu je možné zvyšovat jak minimální rychlost článků pásu při průjezdu obloukem pásu, tak střední rychlost pásu. Výsledky simulačních výpočtů by měly potvrdit, nebo vyvrátit i úvahu o tom, že předepnutí pásu bude optimální vždy pro určitou průměrnou rychlost všech článků celého pásu a že zvyšování předepnutí pásu bude zvyšovat i průměrnou rychlost pásu, při které bude mít pás nejnižší odpory proti pohybu, nejmenší ztráty a nejvyšší účinnost.

Poslední simulační výpočet by měl sledovat vliv změny hodnoty hmotnosti pásu na hodnoty reakcí v nosných částech článků pásu a zjišťování vlivu změny hodnoty hmotnosti článků pásu na změnu rychlosti pohybu pásu v oblouku. Pro jednotlivé výpočty je plánováno postupně měnit hmotnost článků pásu. První hodnota hmotnosti článku pásu vozidla bude stanovena na základě měření. Další hodnota bude stanovena na 80 % naměřené hodnoty. Třetí hodnota hmotnosti bude stanovena na 120 % naměřené hodnoty hmotnosti reálného článku pásu. Po provedení simulačních výpočtů, jsou plánovány vybrat a vyhodnotit hodnoty minimální rychlosti těžiště článku pásu při průběhu obloukem pásu podle průběhů rychlosti článků pásu. Poté může být sestaven graf vlivu změny hmotnosti článků pásu na hodnoty reakcí v nosných částech článků pásu. Je předpokládáno, že výsledky této série simulačních výpočtů potvrdí fakt, že snižováním hmotnosti článků pásu vozidla je možné zvyšovat minimální rychlost článků pásu při průjezdu článku obloukem pásu i střední rychlost pásu vozidla.

#### 5. Závěr

V článku je popsán jeden z možných způsobů sestavení výpočtového modelu pásového pohybového ústrojí reálného pásového vozidla ve výpočetním systému Pro/Mechanica, s důrazem na konstrukci kolejového pásu a návrh cest dalšího využití tohoto matematického modelu pro první pokusy výpočtové simulace ke zjištění základních informací o chování jednotlivých částí pásu a podvozku při jízdě vozidla vysokou rychlostí. Jsou zde popsány i návrhy způsobů získání a možnosti budoucího využití výsledků simulačních výpočtů hodnot parametrů charakterizujících chování pásu při různých režimech provozu a změnách geometrie podvozku vozidla, které jsou plánovány provést pro prozkoumání vlivu jednotlivých vybraných parametrů konstrukce článků pásu i pásového pohybového a závěsného ústrojí, na celkové chování pásu.

Již nyní je možné říci, že v budoucnu bude třeba zdokonalovat výpočtový model a zajistit jeho lepší přiblížení skutečnosti. Mimo jiné jej bude nutné doplnit o možnost simulace vlivu kontaktu článků pásu s terénem, po němž se vozidlo pohybuje. Potom bude možné simulovat chování článku pásu při průjezdu vozidla zatáčkou, kdy se do kontaktu dostanou i zbývající boční třecí plochy pásu.

Z obsahu článku vyplývá, že dosud provedené a popsané, je úvodem do problematiky modelování dynamických vlastností vozidlového kolejevého pásu, které se jeví jako jediná schůdná cesta analýzy dynamických vlastností pásu, při jízdě pásového vozidla vysokou rychlostí. Na základě výsledků této analýzy pak bude možné říci, které konstrukční změny povedou k cíli celého snažení. Tímto cílem je zvýšení maximální rychlosti vozidla, limitované, mimo jiné, nejen konstrukcí pásu, ale celého pásového pohybového ústrojí a závěsného ústrojí podvozku pásového vozidla.

## 6. Literatura

- [ 1 ] Kratochvíl C.: Mechanika těles – dynamika, Brno PC-DIR 1997
- [ 2 ] Vlach R.: Experimentálně-výpočtové modelování vlastností a chování mechanické části vypínače pro vysoké napětí, diplomová práce, ÚMT FS VUT Brno, 1998.
- [ 3 ] Chalupa, M., Kotek, V., Vlach, R.: Výzkum konstrukce vozidlového pásu pro vysoké rychlosti. Závěrečná zpráva z řešení POV MO 03171100014 . VA Brno 2001.
- [ 4 ] Vlach, R., Kotek, V.: Analysis of behaviour ski for skiing along grass area. Příspěvek ve sborníku Národní konference s mezinárodní účastí "Inženýrská mechanika 2001", 14.-17.5. 2001, Svratka, ČR.
- [ 5 ] Vlach, R., Chalupa, M., Kotek, V.: Vliv vybraných parametrů na chování lyže pro jízdu po trávě. Příspěvek ve sborníku Národní konference s mezinárodní účastí "Inženýrská mechanika 2002", 13.-16.5. 2002, Svratka, ČR.