

Konstrukce ovládání bicích nástrojů

Karel Schuch

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karel SCHUCH**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce ovládání bicích nástrojů**

Zásady pro vypracování:

- 1) Vypracujte literární studii
- 2) Navrhněte konstrukci ovládání bicích nástrojů
- 3) Nakreslete sestavu zařízení
- 4) Nakreslete výrobní výkresy jednotlivých dílů



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle zadání vedoucího bakalářské práce

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

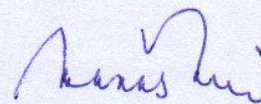
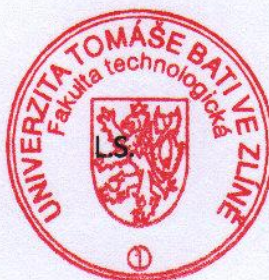
2. června 2010

Ve Zlíně dne 22. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.

vedoucí katedry

Příjmení a jméno:SCHUCH KARL.....

Obor:PI - TZ.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně28. 4. 2010.....

..........

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem práce je konstrukční návrh ovládacího mechanismu k bicím nástrojům. Teoretická část rozebírá problematiku mechanismů a inovace v oblasti basových pedálů. Popisuje jednotlivé díly pedálů, jejich konstrukční a technologická řešení. Praktická část práce je zaměřena na konstrukci modelu mechanismu, jeho důkladný popis a vytvoření kompletní výkresové dokumentace. V závěru práce je provedena pevnostní kontrola vybraných součástí pedálu.

Klíčová slova: basový pedál, bicí nástroje, mechanismy, Autodesk Inventor, CAD

ABSTRACT

This work's goal is construction of operating bass drum mechanism. Theoretical part is oriented on gadgetry problems and innovation of drum pedals. This part describes every individual drum pedal's part, their constructional and technological solutions. Practical part is focused on construction of mechanism, its description and creating complete drawing documentation. At the conclusion static control of chosen parts is done.

Keywords: bass pedal, drums, gadgetry, Autodesk Inventor, CAD

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval všem svým blízkým, kteří mi v době psaní této práce pomáhali a podporovali v mém snažení. Poděkování patří SOŠ Kopřivnice za základy mého technického vzdělání a kvalitní výuku, která mi byla po celou dobu studia poskytována. Dále UTB Zlín, která, díky výbornému přístupu vyučujících, ve mě probudila ještě větší zájem o problematiku technického zaměření. Děkuji vedoucímu mé práce panu Ing. Volkovi za vstřícnost a snahu pomoci mi s řešením problémů, které se během vypracování vyskytly.

Velký dík patří mé rodině, u které nacházím po celý svůj život lásku spolu s podporou ve všech mých úmyslech a maximální pomoc při jakýchkoli problémech, které jsem nucen překonávat. A v neposlední řadě bych rád poděkoval své přítelkyni, která mě za všech okolností dokáže podpořit a která mi svou milou a láskyplnou přítomností dodávala sil po celou dobu mého studia i mimo něj.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 MECHANISMY | 12 |
| 1.1 KINEMATICKÉ MECHANISMY | 12 |
| 1.1.1 Vazbové podmínky kinematických mechanismů..... | 12 |
| 1.1.2 Druhy kinematických vazeb..... | 13 |
| 1.1.3 Kloubové mechanismy..... | 16 |
| 1.1.4 Klikové mechanismy..... | 16 |
| 1.1.5 Šroubové mechanismy | 16 |
| 1.1.6 Kulisový mechanismus | 17 |
| 1.1.7 Vačkový mechanismus..... | 17 |
| 1.2 TEKUTINOVÉ MECHANISMY | 18 |
| 1.2.1 Hydraulické mechanismy | 18 |
| 1.2.2 Pneumatické mechanismy | 18 |
| 2 PRINCIP BASOVÝCH PEDÁLŮ | 20 |
| 3 KONSTRUKCE PEDÁLŮ K BICÍM NÁSTROJŮM | 21 |
| 3.1 PRVOTNÍ TYPY PEDÁLŮ | 21 |
| 3.2 KONSTRUKCE NOVODOBÝCH PEDÁLŮ | 22 |
| 3.3 SOUČASNÉ INOVACE..... | 23 |
| 3.3.1 Dvoj-pedály..... | 23 |
| 3.3.2 Umístění vratné pružiny | 24 |
| 3.3.3 Gibraltar Catapult Linear Motion..... | 25 |
| 4 POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ PEDÁLU | 26 |
| 4.1 PODPORA..... | 26 |
| 4.2 PEDÁL | 26 |
| 4.3 VAČKA | 27 |
| 4.4 ŘETĚZ, PÁSEK..... | 28 |
| 4.5 KLADIVO..... | 30 |
| 4.6 PRUŽINY..... | 31 |
| 4.7 UCHYCENÍ PEDÁLU..... | 33 |
| 4.7.1 Upínací čelisti..... | 33 |
| 4.7.2 Pojistné šrouby | 33 |
| 4.8 POUŽITÉ NORMALIZOVANÉ DÍLY | 34 |
| 4.8.1 Ložiska | 34 |
| 4.8.2 Šrouby a matice..... | 35 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 36 |
| 5 NÁVRH A POPIS KONSTUOVANÉHO PEDÁLU | 37 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.1 | ZÁKLADNÍ PRVKY PEDÁLU | 37 |
| 5.2 | ZÁKLADNA..... | 37 |
| 5.3 | UPEVŇOVACÍ MECHANISMUS | 38 |
| 5.4 | PEDÁL | 40 |
| 5.5 | RÁM | 42 |
| 5.6 | NAPÍNACÍ MECHANISMUS | 43 |
| 5.7 | PŘEVOD MECHANISMU | 44 |
| 5.8 | KLADIVO..... | 45 |
| 6 | PEVNOSTNÍ KONTROLA MECHANISMU..... | 46 |
| 6.1 | PEVNOSTNÍ KONTROLA - PEDÁL | 46 |
| 6.2 | PEVNOSTNÍ KONTROLA – NOSNÁ HŘÍDEL | 48 |
| 6.3 | PEVNOSTNÍ KONTROLA – TAŽNÁ PRUŽINA NAPÍNACÍHO MECHANISMU | 50 |
| 6.4 | PEVNOSTNÍ KONTROLA – TLAČNÁ PRUŽINA UPEVŇOVACÍHO MECHANISMU | 51 |
| | ZÁVĚR | 52 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 53 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 54 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 56 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 57 |

ÚVOD

Bicí nástroje provázejí lidstvo takřka od jeho samotného stvoření. Jeden z prvních dokladů o použití bubnů je znázorněn na mezopotamském vyobrazení z doby okolo 3000 let před Kristem. Jejich prvotní použití se však odhaduje na dobu mnohem starší. Jako první byly bubny používány k rituálním účelům a ke komunikaci na dálku. Později bylo použito bubnů v armádách, kde se s jejich pomocí udával rytmus pochodu vojska [1]. Bicí souprava jako taková začala být používána až se začátkem 20. století. Od té doby bicí nástroje znamenaly a stále zaznamenávají intenzivní invenci. Jako ve všech odvětvích lidské společnosti začal vznikat důraz na techniku hry, rychlost, kvalitu, přesnost a mnoho dalších prvků. Snad největší rozvoj zaznamenaly od počátku minulého století bicí pedály, které od dřevěných krabiček s primitivním kovovým mechanismem prošly evolucí do poměrně složitých mechanismů s přesnou a striktně kontrolovanou výrobou. V současnosti se na trhu nachází široký výběr nejrůznějších typů pedálů, z kterých si snad každý vybere svůj dle typu hudby, používané techniky a vlastních požadavků [2].

Předmětem této práce je sestavit vlastní návrh pedálu s přihlédnutím ke stávajícím modelům ve snaze skloubit efektivní inovace současných výrobců s vlastními myšlenkami a podněty. Stejně jako všechny návrhy se práce zabývá jak samotnou konstrukcí pedálu, tak i rozbořem jeho jednotlivých součástí a výpočtem vybraných zatěžovaných elementů. Práce má za úkol sloužit jako informační prostředek o funkčnosti těchto mechanismů a principu jejich sestavení. Pro vizuální přehled obsahuje kompletní výkresovou dokumentaci pedálu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MECHANISMY

Mechanismy jsou zařízení, která pro přenos působících sil konají nerovnoměrně periodický pohyb. Rozlišujeme mechanismy kloubové, klikové, vačkové, hydraulické, pneumatické a jejich kombinace či obměny. Úkolem mechanismů je přeměnit a přenést energii dodávanou ovládacím zařízením (motorem, obsluhou) na pracovní orgány tak, aby mohly pracovat dle požadavků technologa. Přeměna a přenos se dějí podle nelineární závislosti dané kinematickými rozměry členů. Za mechanismy lze považovat soustavu navzájem pohyblivě spojených těles s jednoznačnými pohyby všech jejich členů [3].

1.1 Kinematické mechanismy

Za kinematické mechanismy lze považovat různě uspořádaná táhla, páky a vedení u spalovacích motorů, kompresorů a čerpadel. Dále se ke kinematickým řadí například kloubové, nůžkové, šroubové, vačkové mechanismy.

Kinematický mechanismus je soustava těles, která je navzájem spojena v jeden celek a koná předem určené pohyby. Úkolem je vykonat nejen příslušný pohyb, ale přitom i určenou operaci. V případě bicích pedálů je to pohyb pedálu, který natočí vačku mechanismu, což vede k požadovanému nárazu kladiva do blány bubnu.

Výhodou kinematických mechanismů je možnost dosažení významných rychlostních a silových převodů jednoduchými mechanickými prostředky. Dalšími klady je jejich malá náročnost na výrobu, nepatrná citlivost na změnu teploty a také fakt, že nevyžadují zařízení na výrobu tlaku pracovní látky pro její rozvod. Jako nevýhodné lze označit jejich hmotnost, velké setrvačné síly, nevyvážené hmoty, velké tření, špatnou ovlivnitelnost rychlosti. U většiny kinematických mechanismů navíc nebývá pojištění proti přetížení a jejich chod je většinou hlasitý [3].

1.1.1 Vazbové podmínky kinematických mechanismů

Bod v rovině je buď vázán k základnímu rámu nepohyblivě, nebo je vázán ke křivce, kde je úplně volný. Pro jednotlivé případy lze vyjádřit příslušný počet stupňů volnosti/pohyblivosti. Jako stupně volnosti lze označit počet na sobě nezávislých souřadnic, které jsou nutné k jednoznačnému určení polohy útvaru – bodu. Volný bod v rovině má dva body volnosti a to osy X a Y. Pokud se jeho poloha minimálně na jedné z těchto os mění, lze o tomto bodu říci, že je v pohybu. Z tohoto plyne, že počet souřadnic potřebných k určení

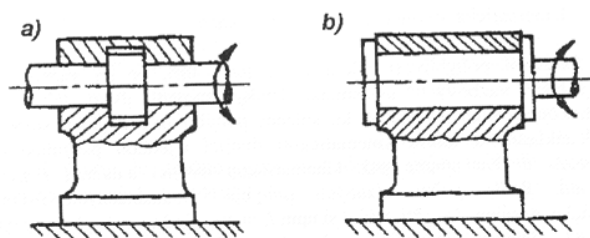
polohy bodu je totožný s počtem na sobě nezávislých dílčích pohybů, ve které lze rozložit pohyb bodu. Bod vázaný ke křivce má jeden stupeň volnosti – pohyb ve směru tečny [3].

Pro těleso v rovině platí, že má tři stupně volnosti. Oproti bodu lze u něj totiž určit ještě natočení kolem osy kolmé na rovinu pohybu tělesa. Pro snížení o jeden stupeň volnosti musí být těleso zabezpečeno proti pootočení nebo musí být vedeno jedním svým bodem po pevné křivce. V případě vedení tělesa více body po pevných křivkách základního rámu, sníží se pohyblivost tělesa na jeden stupeň volnosti.

Poloha volného tělesa v prostoru je určena šesti souřadnicemi – má šest stupňů volnosti. Pro určení polohy tělesa lze využít jeho tři bodů, které nesmí ležet na jedné přímce. Pohyblivost lze posoudit počtem na sobě nezávislých pohybů, které zkoumané těleso může vykonávat vzhledem k základnímu prostoru. Z tohoto pohledu můžeme vyvodit, že volnému tělesu přísluší tři nezávislé posuvy ve směru souřadnicových os a tři nezávislé rotace kolem těchto os. Pohyblivost v prostoru lze opět omezit svázáním jeho bodů se základním rámem. V případě většího počtu vazebných rovnic než je počet stupňů volnosti volného útvaru, můžeme nadbytečné vazby pokládat za pasivní/zdánlivé. Tyto vazby nemění pohyblivost tělesa, ale zvyšují počet neznámých statických parametrů.

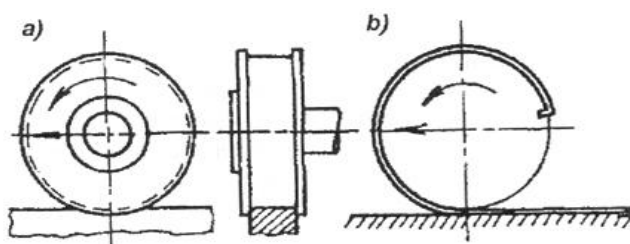
1.1.2 Druhy kinematických vazeb

Rotační dvojice s nuceným stykem



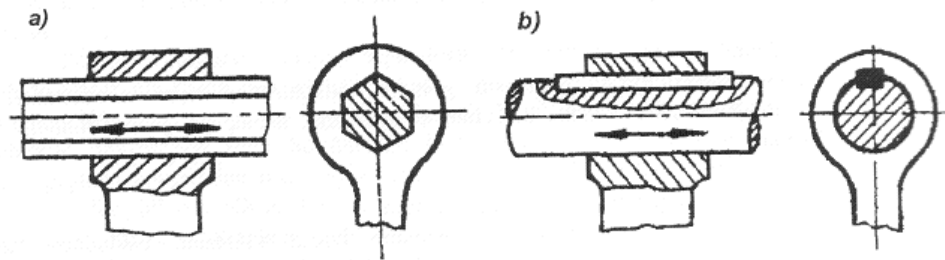
Obr. 1 – Rotační dvojice s nuceným stykem

Valivá dvojice se silovým/nuceným stykem



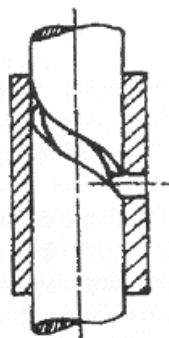
Obr. 2 – Valivá dvojice: a) se silovým, b) s nuceným stykem

Posuvná dvojice



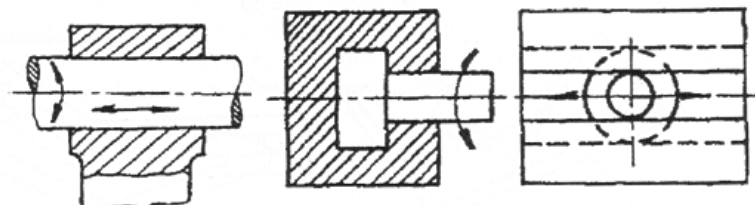
Obr. 3 – Posuvná dvojice: a) šestihran v objímce, b) hřídel s perem

Šroubová dvojice



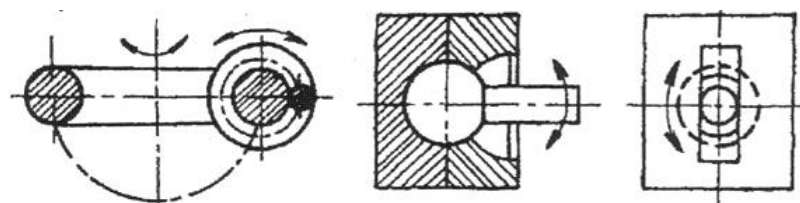
Obr. 4 - Šroubová dvojice

Dvojice se dvěma stupni volnosti



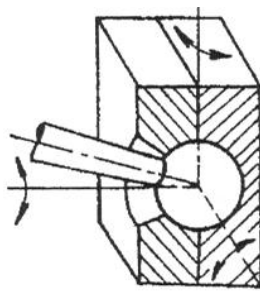
Obr. 5 – Dvojice se dvěma stupni volnosti

Dvojice se dvěma stupni volnosti – rotace kolem os vzájemně kolmých



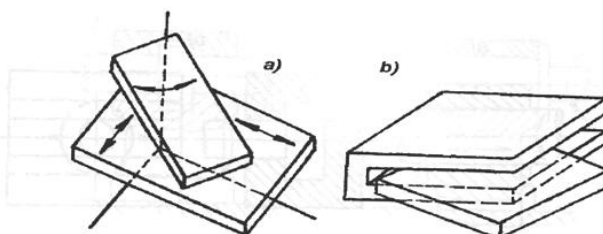
Obr. 6 – Dvojice se dvěma stupni volnosti – rotace navzájem kolmých os

Dvojice kulová



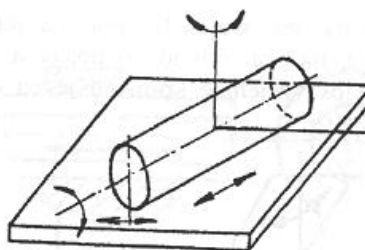
Obr. 7 – Kulová dvojice

Dvojice plošná



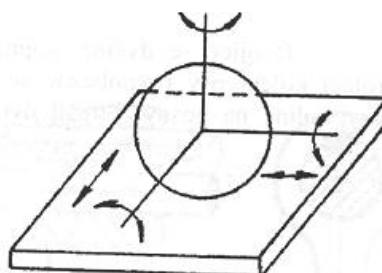
Obr. 8 – Plošná dvojice: a) se silovým stykem, b) s nuceným stykem

Dvojice přímková



Obr. 9 – Přímková dvojice

Dvojice bodová



Obr. 10 – Dvojice s bodovým stykem

1.1.3 Kloubové mechanismy

Charakteristickým prvkem kloubových mechanismů je, že mají nejméně čtyři tuhé členy, které jsou spojeny otočnými nebo posuvnými klouby, a nejméně jednu nepohyblivou spojnici – rám. Body členů opisují při svém pohybu křivky, které mají podle rozměrů členů a podle polohy bodů různé tvary. Pomocí kloubových mechanismů lze měnit rovnoměrný otáčivý pohyb v periodický a opačně. Podle provedení mechanismu může být rovnoměrný hnací pohyb převeden u hnacího členu, který kýve okolo pevné osy, na pohyb po přímočaré dráze nebo po zakřivené dráze vyššího řádu. Kloubové mechanismy se používají zejména jako převodové nebo vodící jako součást textilních, šicích, pletacích, zemědělských, kožedělných a jiných strojů [3].

1.1.4 Klikové mechanismy

Klikové mechanismy jsou zvláštním případem kloubového mechanismu. Převádí posuvný a vratný pohyb pístu na otáčivý pohyb klikového hřídele a naopak. Posuvný pohyb koná píst, na který působí tlak. Píst dále působí na pístní tyč, křížák s čepem a ojnici. Ojnice slouží jako spojovací člen mezi křížákem a klikovou hřídelí. U některých jednočinných strojů se křížák spolu s pístní tyčí vynechávají. Funkci křížáku přebírá píst a vedení je zabezpečeno pracovním válcem. Tímto zjednodušením se klikový mechanismus stává kratším a lehčím, čímž se zamezí vzniku velkých setrvačných sil a momentů při vysokých otáčkách.

Klikové mechanismy se dělí podle svých vlastností na několik skupin. Dle sestavení na osové/centrické nebo vyosené/excentrické. U osových jsou pohyby stejně rychlé a mají symetrický zdvih. V případě excentrických je díky vyosení dosaženo většího zdvihu pístu a snížení bočního tlaku pístu na válec. Výkyvy ojnice od osy válce jsou různé. Dále mohou být pístové mechanismy dělené na stabilní/mobilní, stojaté/ležaté, podle počtu válců na jednoválcové/víceválcové, podle působení tlaku na píst – jednočinný/dvojčinný [3].

1.1.5 Šroubové mechanismy

Principem šroubového mechanismu je spojení pohybového šroubu s maticí k přeměně točivého momentu nebo šroubového pohybu na posuvný a naopak. Tohoto mechanismu se využívá například u vodících šroubů soustruhů, u vřeten lisů, ventilů, šoupátek, šroubových zvedáků a stahováků. Mechanismus je tvořen tříčlennou soustavou, která kromě zmíněného šroubu a matice zahrnuje rám.

Pro přeměnu točivého pohybu na posuvný musí být vždy jeden z prvků (šroub/matice) zajištěn v rámu proti pootočení a druhý proti posunu v ose. Existují dva případy vyvození posuvného pohybu tímto mechanismem. V prvním případě se šroub otáčí a matice posouvá, v druhém případě se matice otáčí a posouvá se šroub. Další možností pohybu šroubového mechanismu je, že jeden prvek je zajištěn plně proti pohybu a druhý vykonává pohyb rotační i posuvný. Pro tento typ je možnost sestrojít mechanismus, kde matice stojí a šroub koná šroubovitý pohyb – to znamená otáčení i posun, anebo mechanismus, kde matice koná šroubovitý pohyb a šroub stojí [3].

1.1.6 Kulisový mechanismus

Podstatou je vodící hranolovité těleso, které se nazývá kulisa. V kulise se pohybuje vedený čtyřhran – kámen. Pomocí kulisového mechanismu lze měnit otáčivý pohyb v posuvný podobně, jako tomu je u mechanismu klikového. Jejich využití je například pro ovládání pohybu vodorovných obráběcích strojů. Předností je jednoduchost, rovnoměrnější pohyb než u strojů poháněných klikovým mechanismem, lze měnit délku zdvihu a při zdvihu naprázdno je jejich rychlost větší, což zkracuje pracovní čas. Nevýhodou je omezení na přenos menších sil, ztráty a opotřebení jsou podstatně větší než u klikových mechanismů. Rozlišují se dle provedení na posuvné, kyvné a otáčivé [3].

1.1.7 Vačkový mechanismus

Vačkový mechanismus se skládá ze tří členů – rámu, křivkového členu a hnaného členu. Může být rovinný nebo prostorový. Křivkový člen je proveden jako nekruhový kotouč s profilem, který odpovídá předem naprogramovanému průběhu koncového členu mechanismu. Tento prvek se nazývá vačka. Místo vačky může být použit také například kotouč s tvarovou drážkou nebo pravítka s křivým profilem. U prostorových mechanismů se používá válcová vačka s drážkovým vedením. Pomocí kotoučových vaček lze docílit posuvu či výkyvu pracovního členu v rovině, která je kolmá na vačkový hřídel. Díky válcovým členům se dosahuje posuvu či výkyvu v rovině, která je rovnoběžná s osou vačkového hřídele. Vačkový mechanismus může tudíž převádět buď rotační pohyb na pohyb vratný posuvný či kývavý anebo vytvářejí přechod mezi dvěma posuvnými pohyby. Výhodou vačkových mechanismů je snadné dodržení určeného pohybu hnaného členu, snadná zaměnitelnost pohybové závislosti a jiných parametrů výměnou vačky, hnaný člen může stát na určitý čas při plynulém pohybu hnacího členu. Nevýhodami jsou náročnost přesné výroby vačky,

působení pružných deformací zkreslujících pohybovou závislost, rychlé opotřebení styčných ploch a hlučný provoz [3].

1.2 Tekutinové mechanismy

Tyto mechanismy používají k přenosu energie mezi generátorem a motorem tekutinu. Používanou tekutinou může být olej, voda, vzduch a podobné. V tekutinových mechanismech se pro přenos sil tlakové, pohybové, deformační a tepelné energie. Každý z tekutinových mechanismů přenáší všechny tyto typy energií a ve výsledku se rozdělují podle toho, která energie v nich převažuje. Rozlišují se na hydrostatické a pneumostatické, které využívají převážně tlakové energie, a na hydrodynamické a pneumodynamické, kde se pro přenos používá převážně pohybové energie [3].

1.2.1 Hydraulické mechanismy

Hydraulický mechanismus označuje soustavu hydraulických prvků, pomocí kterých je možno tlakovou kapalinou přenášet energii. Hydraulický obvod se skládá z hydraulického motoru, zdroje tlakové kapaliny, řídicí části, potrubí a dalších doplňkových zařízení. Hydraulický motor slouží k převedení tlakové energie kapaliny na energii mechanickou. Řídicí část umožňuje ovládání tlaku v obvodu a vyvozené síly mechanismu, směr toku a množství kapaliny. Potrubí spojuje jednotlivé části zařízení.

Výhodami hydraulických mechanismů je jednoduchý přenos velkých sil a momentů při malých rozměrech hydraulických prvků, plynulá regulace obvodu, jednoduchá přeměna rotačních pohybů na přímočaré, snadný rozvod energie na málo přístupná a vzdálená místa, dobrá ochrana proti přetížení, jednoduché, centralizovatelné řízení, snadná montáž, možnost kontroly a změn smyslu pohybu. Nevýhodami je nutnost přesné výroby všech prvků, neschopnost udržet absolutně konstantní rychlosti či otáčky při menších zatíženích, náročnost na čistotu, možnost vzniku kmitů a rázů v mechanismu a silné oteplování mechanismu [3].

1.2.2 Pneumatické mechanismy

Pneumatické mechanismy k přenosu energie mezi hnacím a hnaným členem využívá plynu. Nejčastěji tímto plynovým médiem bývá vzduch. Jako hnací člen figuruje u pneumatických mechanismů generátor proudu plynu. Hnaný člen mechanismu umožňuje převedení energie proudu plynu na jiný druh energie. Pro hnané členy se u těchto mechanismů

používá pneumatického motoru. Pro výrobu stlačeného vzduchu slouží kompresory, které mohou být pístové nebo například lamelové.

Výhodami pneumatických mechanismů je jednoduchý rozvod energie, malá hmotnost přpravovaného média, možnost práce při velkém rozpětí teplot bez ovlivnění funkčnosti, možnost práce ve výbušném prostředí, lze je použít v prostředích, kde požadujeme zvýšenou čistotu, jsou jednoduše zapojitelné do automatických pracovních cyklů stroje, mají malé tlakové ztráty, nevyžadují zpětný odvod média z motoru. Nevýhodami těchto mechanismů je malý odpor proti deformacím a tudíž náchylnost na změny v zatížení, vhodnost spíše pro malé výkony z důvodu rozměrů, váhy a ceny zařízení, špatné mazání mechanismu, velké proudové ztráty a drahá výroba stlačeného vzduchu [3].

2 PRINCIP BASOVÝCH PEDÁLŮ

Pedály k bicím nástrojům pracují jako jednoduché mechanismy, u kterých dochází k přeměně přímočarého pohybu na pohyb otáčivý. Přenos pohybu je utvářen pomocí pedálu, spojovacího členu (pásku či řetězu) a vačky, která je uchycená na hřídeli v rámu. Na konci vačky se nachází kladivo, které svou funkční plochou naráží na blánu basového bubnu. Rychlost otáčení vačky je ovlivněna několika parametry. Dopředný pohyb je ovládán pomocí tlakové síly, působící na pedál. Její velikost ovlivňuje rychlost výsledného pohybu vačky a ve výsledku také sílu, s jakou naráží kladivo na blánu bubnu - tedy jaká bude hlasitost nárazu. Zpětný pohyb je zajištěn pružinou, která je spojena s hřídelí vačky. Sílu pružiny pro vytvoření zpětného pohybu je možno nastavit v širokém rozpětí. Čím je pružina více natažena ve své klidové poloze, tím silnější je zpětná síla působící při zmáčknutí pedálu.



Obr. 11 – Nastavení protažení pružiny

Hlavní prioritou současných pedálů je jejich variabilita a přizpůsobivost. Při bližším prozkoumání lze zjistit, že jsou z velké části nastavitelné a upravitelné pro specifické potřeby uživatele. Mimo zmíněnou možnost nastavení protažení pružiny, která ovládá zpětný pohyb pedálu a také ovlivňuje jeho tuhost při stlačení, můžeme objevit ještě několik dalších prvků. Těmi jsou natočení a přizpůsobení délky úderného kladiva, nastavení natočení vačky k neutrální ose pedálu a nastavení úhlu pedálu, který svírá s podstavou. Některé pedály navíc disponují možností prodloužit svou funkční plochu či podstavu.

3 KONSTRUKCE PEDÁLŮ K BICÍM NÁSTROJŮM

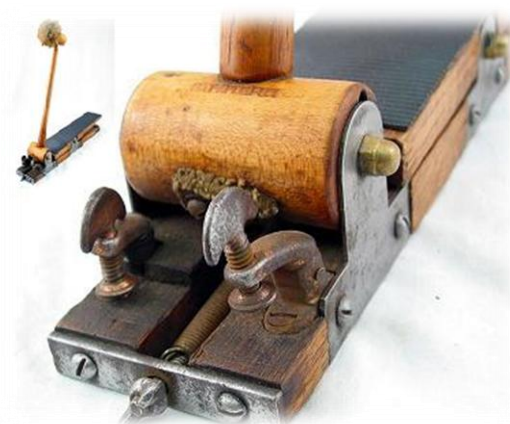
Jak bylo předesláno v úvodu, pedály k bicím nástrojům prošly od počátku minulého století nemalým množstvím změn. Jejich konstrukce byla výrazně pozměněna a začaly se vyrábět tvarově složitější, odlévané, povrchově upravované pro hladší chod, lépe dimenzované pro lepší reakci a v poslední řadě také vizuálně přitažlivější.

3.1 Prvotní typy pedálů



Obr. 12 – Pedál ze začátku 20. Století [4]

Jak lze vidět na obrázku (Obr. 12), prvotní konstrukce byly velice těžkopádné a sloužily spíše jako doplněk hry na nástroj. Ovládání těchto mechanismů bylo provedeno pomocí napínané pružiny pod hlavici, která vyvolávala zpětný návrat pedálu. Samotná hlavice se pohybovala pomocí jednoduchého systému spolu-zabírajících desek [4].



Obr. 13 – Raný mechanismus (1926) [4]

Tento systém byl však jen v omezené míře ovladatelný a pro rozvíjející se bubenické techniky nedostačující na to, aby se zachoval. Změna přišla s razantní přestavbou celého mechanismu. Namísto těžkopádně zapadajících desek se osvědčil mechanismus skloněné šlapky pedálu, zavěšené pomocí řetězu či koženého pásku na kulatou vačku, ovládanou pomocí stlačení pedálu spolu s protažením vratné pružiny, zavěšené na její nosnou hřídel. V takovéto podobě se dochovaly mechanismy bicích pedálů až dodnes a zatím mnoho ne naznačuje, že by se tato skutečnost měla změnit.

3.2 Konstrukce novodobých pedálů

V současnosti v sobě pedály nesou velké množství zkušeností a navíc jsou silně ovlivněny stále se rozvíjející technologickou vyspělostí lidské civilizace. Stejně jako v mnoha jiných oborech, jako je například sport, je také u bicích pedálů zvýšený požadavek na jejich výkonnost, flexibilitu a výdrž. Jejich základní konstrukce se od zařazení ovládací vačky do mechanismu příliš nezměnila, avšak přibylo mnoho nových prvků, které silně ovlivňují jejich funkční vlastnosti, a také vzhledová stránka prošla silnou revolucí.



*Obr. 14 – Novodobý
představitel bicích pe-
dálů Tama – Iron Cobra*

V konstrukci se v současnosti používá kvalitních kuličkových ložisek pro lepší a spolehlivější chod. Pro přenos kontaktu ze šlapky na vačku se užívá zdvojených řetězů pro lepší tuhost, popřípadě kevlarových pásků či celokovového ramene. V neposlední řadě je přidáván důraz na tuhost celé konstrukce a její stabilitu při samotné hře. Pedály jsou vybavovány tvarově rozmanitými litinovými rámy, které absorbují velké množství rázů a chvění, které by mohly ovlivnit výsledný pocit ze hry.

Kromě ovládání basových bubnů našly pedály využití také při hře na činely. Díky úpravě jejich konstrukce lze ovládat dvojici činelů tzv. hi-hat, která je v současnosti nedílnou součástí každé bicí soupravy.



Obr. 15 - Mechanismus hi-hat

3.3 Současné inovace

3.3.1 Dvoj-pedály

Pro jazzový, rockový a metalový žánr vznikly takzvané dvoj-pedály, které jsou sestrojeny tak, aby mohlo být využito obou chodidel. Tímto hráč získává další možnosti variací a směrů vlastní hry.

Pro spojení pedálů je použito nastavitelné hřídele a tlakového spojení s kloubovými spojkami na obou koncích této hřídele. Všechny pohyby mechanismu jsou přenášeny na hřídel s dvěma vačkami, která je umístěna v rámu připevněném k basovému bubnu. Na tomto rámu také probíhají prakticky všechna nastavení obou pedálů. Druhý rám má volně nastavitelnou pozici a je opatřen samořeznými šrouby pro zajištění polohy.



Obr. 16 – Dvoj-pedál Sonor Giant Step

3.3.2 Umístění vratné pružiny

Pro ještě více hladký chod pedálů a jejich návrat do zpětné polohy byla firmou TAMA umístěna do podstavy rámu pedálu vratná pružina. Tato pružina funguje na principu plstěného pružného jádra, které je obtočeno tlačnou pružinou, zajištěnou v pohyblivé základně. Základna je umístěna pod pedálem a díky drážce v podstavě s ní lze pohybovat v určitém rozmezí a tímto nastavit odpor s jakým bude pružina působit na stlačený pedál. Při návratu pedálu do původní polohy na něj působí zpětná síla pružiny, která zajistí rychlejší připravenost pedálu pro nové stlačení v plném rozsahu. Chod pedálu se díky tomuto stává měkčím a příjemnějším.



Obr. 17 – Vratná pružina Cobra Coil od firmy TAMA Drums

3.3.3 Gibraltar Catapult Linear Motion

Jednou z posledních novinek současnosti je pedál vyvinutý firmou GIBRALTAR. Tento pedál prošel kompletní změnou konstrukce. Není ovládán pomocí vaček, nemá vlastní rám. Jeho pohyby je tvořen pomocí pružiny a pojezdu s vedením, který je umístěn na šlapce a pohybuje se po držadle kladiva, jehož funkční plocha je vyrobena z kluzných materiálů. Jeho konstrukce byla tvořena se zaměřením na co nejhladší chod, nejlepší odezvu a hlavně na přirozenější ovládání pedálu kotníkem se snahou předejít svalové únavě nohou hráče. Tato technologie je však uživatelům známa teprve od roku 2007 a tudíž nelze říci, zdali bude úspěšnou [5].



Obr. 18 – Gibraltar: Catapult linear motion

4 POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ PEDÁLU

4.1 Podpora

Podpora je ústředním prvkem celého mechanismu. Je jeho nosnou částí, eliminující rázy a chvění, které vznikají při hře, a jsou v ní umístěny veškeré členy sloužící k nastavení herních vlastností pedálu. V současnosti se jako materiál k její výrobě používá zejména železná litina z důvodu tlumivých vlastností, pevnosti, odolnosti a kvůli povaze a tvaru finálního výrobku. Kvalitnější pedály mívají podporu natřenou ochrannou povrchovou vrstvou. K podpoře bývá upevněná tenká kovová podstava, která je mnohdy navíc vybavena pryžovou protiskluzovou částí pro lepší stabilitu pedálu při hře na hladkém povrchu a také uzamykacím mechanismem pro zajištění pedálu k basovému bubnu. V horní části je podpora vybavena vybránými pro umístění valivých ložisek. Ve většině případů se používají kuličková ložiska malých rozměrů, která můžeme najít například v RC modelech a simulačních zařízeních. V ložiscích je uložena nosná hřídel, na kterou je nasazena ovládací vačka. Tato hřídel bývá zajištěna korunkovou maticí z jedné strany a z druhé strany bývá vyvedena malá excentrická vačka s vestaveným válečkovým ložiskem či nylonovým válečkem, na něž se zavěšuje ovládací pružina [6].

4.2 Pedál

Pedál je důležitou funkční částí celého mechanismu, pomocí které dochází k přenosu pohybu z chodidla bubeníka na hybný mechanismus vačky. Pro jeho výrobu se, stejně jako u podpory, využívá zejména železná litina. Přičemž funkční část pedálu bývá povrchově upravována a barvena pro lepší vzhledově – jakostní charakteristiky. Důležité je použití takových barev a úprav povrchů, které jsou odolné otěru, jelikož pedál je při hře neustále ve styku s chodidlem a dochází na něm mnohdy k nemalému tření. Spodní části pedálů bývají většinou ponechány bez povrchových úprav a vyztuženy žebry pro zvýšení pevnosti pedálu.



Obr. 19 – Ukázka tvarů pedálů

Podstatnými vlastnostmi je tuhost a také jeho stabilita a soudržnost s patou a podporou. U novějších modelů je uložení pedálu v patě provedeno pomocí hřídelky se samomaznými ložisky a korunkovými maticemi proti případnému uvolnění [6].

4.3 Vačka

Vačka slouží k převodu přímočarého pohybu pedálu na rotační pohyb kladiva. K pedálu je uchycena pomocí řetězu či pásku (kůže, nylon, kevlar apod.). Pomocí ocelové krytky a šroubu je na vačce uchycen ovládací řetěz či pásek, kterými je přenášena tažná síla z pedálu k vyvinutí momentu k otočení vačky, jež způsobí naražení palice na blánu bubnu. Pro tišší chod je vačka v místech styku s ovládacím prvkem vyložena filcem. Zpětný pohyb je iniciován vratnou pružinou, zachycenou na výstupu hřídele, na které je vačka upevněna, z rámu.

V současnosti existuje několik typů vaček. Záleží hlavně na výrobcí a jeho vlastních technologiích. V zásadě však lze rozdělit vačky na kulaté a vystředěné. Kulaté vačky mají hladký a konstantně rychlý chod, díky čemuž jsou plně ovladatelné po celou dobu úderu. Oproti tomu vystředěné vačky ke konci sešlápnutí zřetelně akcelerují a hra s tímto typem vačky se stává důraznější a dynamičtější.



Obr. 20 – Kulatá (R) a vystředěná (P) vačka

4.4 Řetěz, pásek

Jako první se začaly na pedály používat kožené řemínky. Výhodou byla dobrá reakce, levná a také poměrně snadná výroba. Bohužel, při dlouhodobějším používání se tyto řemínky začaly protahovat a tím se negativně ovlivnily jejich funkční vlastnosti. Nevýhodou také bylo, že kůže, jakožto měkký polymerní materiál, je poměrně pružná, a při hře dochází k jejím pružným deformacím, což znatelně ovlivňuje přesnost přenosu pohybů. V případě neustálé snahy o co nejpřesnější pohyb tento fakt nebyl rozhodně žádaný. Zlepšení situace přišlo s článkovým řetězem, u kterého prakticky k pružným deformacím v rámci sil, které působí na mechanismus pedálu, nedochází a tím pádem zajišťuje velice přesné kopírování pohybů pedálu a vačky.



*Obr. 21 – Použití
koženého řemínku
[4]*

V současnosti je pro spojení vačky a pedálu používáno tři druhů spojovacích členů. V prvním případě jsou jimi řetězy, které patří také mezi nejrozšířenější. Tuto pozici jim zabezpečila jejich odezva na sešlápnutí, přenos pohybu a nízká cena. U levnějších modelů se používá jednoduchých řetězů, které plně dostačují ke kvalitnímu pohybu mechanismu. U dražších pedálů se používá zdvojených řetězů, které zajišťují větší tuhost a také delší životnost a lepší pocit při hře.



Obr. 22 – Použití zdvojeného řetězu

Používání pásky se do dnešních dnů zachovalo zejména díky jeho lehčímu chodu, klouza-
vějším a pružnějším pohybům, kterých se u tuhých řetězů nedá docílit. Zpočátku se na
pásky používala kůže. Později se začaly vyrábět z nylonových řemíneků. V současnosti jsou
tyto pásky vyráběné z kevlaru, který má oproti oběma předešlým materiálům podstatně
vyšší životnost a odolnost proti protažení [7].



*Obr. 23 - Použití
kevlarového pásku*

U některých řad novodobých pedálů se také začalo používat celokovových převodů, které
by měly, podle výrobců, zajistit ten nejpřesnější pohyb pedálu beze ztrát a také ten nejvíce
hladký přenos. Skutečnost je však taková, že chod těchto pedálů je více méně přirovnatelná
ke klasickým pedálům se zdvojeným řetězem a navíc, což je asi jejich největším problé-
mem, z důvodů zvýšené tuhosti mechanismu u nich nedochází k eliminaci vibrací způso-
bených nárazy kladiva do blány bubnu. Tento fakt vede k tomu, že pedály s celokovovým
tělem mají často sníženou životnost.



*Obr. 24 – Pedál
s celokovovým převodem*

4.5 Kladivo



Obr. 25 – Plstěné kladivo

Kladivo je funkční část pedálu, uložená tlakovým spojem ve vačce či v nástavci, umístěném vedle ní na nosné hřídeli. Pomocí kladiva je vyvíjen požadovaný náraz na blánu basového bubnu. Zpočátku se používalo palic, které byly svým provedením v podstatě shodné s palicemi k bubnování na tympány. V průběhu minulého století se však tvar kladiv změnil nejdříve do tvaru válce a posléze se začalo používat plochých kladiv s různými tvarovými úpravami.



Obr. 26 – Přehled vyráběných tvarů kladiv bicích pedálů

Základním povrchovým materiálem, který se dochoval až do dnešní doby, je textilní filc, kterého používají takřka všichni výrobci na většinu svých modelů. Hlavní předností je dobrý kontakt s povrchem bubnu a současně šetrná styčná plocha. Je to dáno tím, že látka díky své textuře se při nárazu deformuje a tlumí tak maximální sílu, která by způsobila zvýšené opotřebení plastové blány bubnu. Pro důraznější hru je však tento efekt nepříznivý a proto se pedály mnohdy konstruují se zaměnitelnými plochami kladiva - s jednou stranou plastovou a druhou pokrytou filcem. Hráč tedy může používat jak látkovou, tak hlasitější a průraznější plastovou stranu. Někteří výrobci došli až tak daleko, že v případě výměny používaný ploch kladiva nabízejí hned tři možné povrchy a to: textilní, plastový a dřevěný.



Obr. 27 – Kladivo s třemi nastavitelnými funkčními plochami

4.6 Pružiny

Pružina má na pedálu za úkol vytvářet zpětný odpor při stlačení pedálu a vracet jej tak do jeho klidové polohy. Při stlačení pedálu dochází k protažení pružiny a celý mechanismus tak získá tuhý chod, který je pro ovládání nohou daleko výhodnější než chod bez minimálního odporu. V závislosti na požadavcích každého uživatele lze tuhost pružiny upravovat pomocí dvou posuvných matic a napínacího šroubu, který je zavěšen většinou

na spodním konci pružiny a je opatřen závitem. Pevná část tohoto nastavovacího mechanismu je připevněná k rámu pedálu a funguje jako opěrný středící prvek. Nad ní se nachází matice, kterou se určuje nastavení pružiny a pod pevnou částí se nachází druhá matice, která toto nastavení zajišťuje. Uchytení pružiny na pohyblivé části je vytvořeno několika způsoby. Základním typem je vytvoření drážky do nylonového válečku, který je nasazen na výstupní vačku, napojenou na nosnou hřídel. Do této drážky je pak nasazena pružina s kruhovým zakončením.



*Obr. 28 – Základní
uchycení pružiny*

Další možností, která se používá spíše u dražších typů pedálů, je upevnění pružiny na kroužkové bytelné pouzdro, které je nasazeno na kuličkové či válečkové ložisko. Ložisko je nasazeno s vůlí na válcovém čepu výstupní vačky a vzniklé spojení umožňuje velice hladký a přesný chod.



*Obr. 29 – Uložení pružiny
s vestavěným kuličkovým lo-
žiskem*

4.7 Uchycení pedálu

4.7.1 Upínací čelisti

Pro zajištění stability a ustálené polohy pedálu je zapotřebí opatřit jej mechanismem splňujícím tento požadavek. Za základ se považuje čelist, připevňovaná k základně pedálu, která se pomocí svěrného styku připevní k obruči basového bubnu. Svěrná síla je zajištěna pomocí šroubu, který pákovým převodem vyvodí sílu v čelisti.



*Obr. 30 – Uchycení
pedálu k basovému
bubnu*

Dražší typy pedálů mají svěrné čelisti opatřeny klouby či vychýlitelnými dosedacími ploškami. Ty umožňují čelistem přesně dosednout na kruhově tvarovanou obruč bubnu a navíc vyrovnávají případné nerovnosti. Spodní dosedací část čelistí je většinou tvořena samotným rámem pedálu a je potažena pryžovým materiálem, který chrání obruč bubnu před poškrábáním a deformací.

4.7.2 Pojistné šrouby

Pro vyrovnání nerovností povrchu bývá u pedálů použito pojistných šroubů. Tyto šrouby jsou upevněny v přední části rámu pedálů a to většinou v páru. Opatřeny jsou pružinami, aby se zabezpečily proti pootočení. V neposlední řadě jsou tyto šrouby důležité pro zabezpečení pedálu (a s ním i částečně basového bubnu) vůči posunu na hladkém povrchu. Nejčastěji se používá samořezných šroubů pro možnost pevnějšího zajištění v podložce bicích nástrojů (koberci, podlaze...).



Obr. 31 – Použití pojistných šroubů u levé části dvoj-pedálu

4.8 Použité normalizované díly

4.8.1 Ložiska

Ložiska jsou na pedálech zastoupena hned několika typy. Pro zajištění otáčení nosné hřídele s nasazenou vačkou je použito kuličkových ložisek. Umístěny jsou v drážce podpory pedálu, z jedné strany jsou zajištěny tvarovým stykem s podporou a z druhé povětšinou korunkovou maticí. Pro spojení pedálu a paty rámu je použito kluzných ložisek a to zejména díky jejich malým rozměrům a dobrým kluzným vlastnostem, které nevyžadují mazání a náročnější údržbu. Poslední použití ložisek připadá na zachycení pružiny pedálu. Její spojovací kroužek bývá nasazován na kuličkové či válečkové ložisko, které bývá zajištěno malou maticí.



Obr. 32 – Radiální kuličkové ložisko pro RC modely

4.8.2 Šrouby a matice

Šroubů bývá v tomto mechanismu použito nejčastěji k vytvoření svěrných spojů. Za tímto účelem se používá buď šroubů s vnitřním a vnějším šestihranem, nebo křídlatých šroubů. Jejich použití je rozlišeno podle četnosti používání při seřizování a údržbě, a také podle přístupu k nim. Svěrné spoje pomocí šroubů se vyskytují například u kladiva, kde se jejich pomocí nastavuje používaná délka a úhel natočení. Dále například u výstupních vaček na zachycení pružiny. Zde se nastavuje úhel natočení vaček oproti neutrální ose kladiva – navýšení/snížení odporu a velikosti pracovního úhlu pedálu. Klasickým použitím křídlatého šroubu je případ upínacích čelistí. Pro zajištění některých spojů je použita korunkových matic.

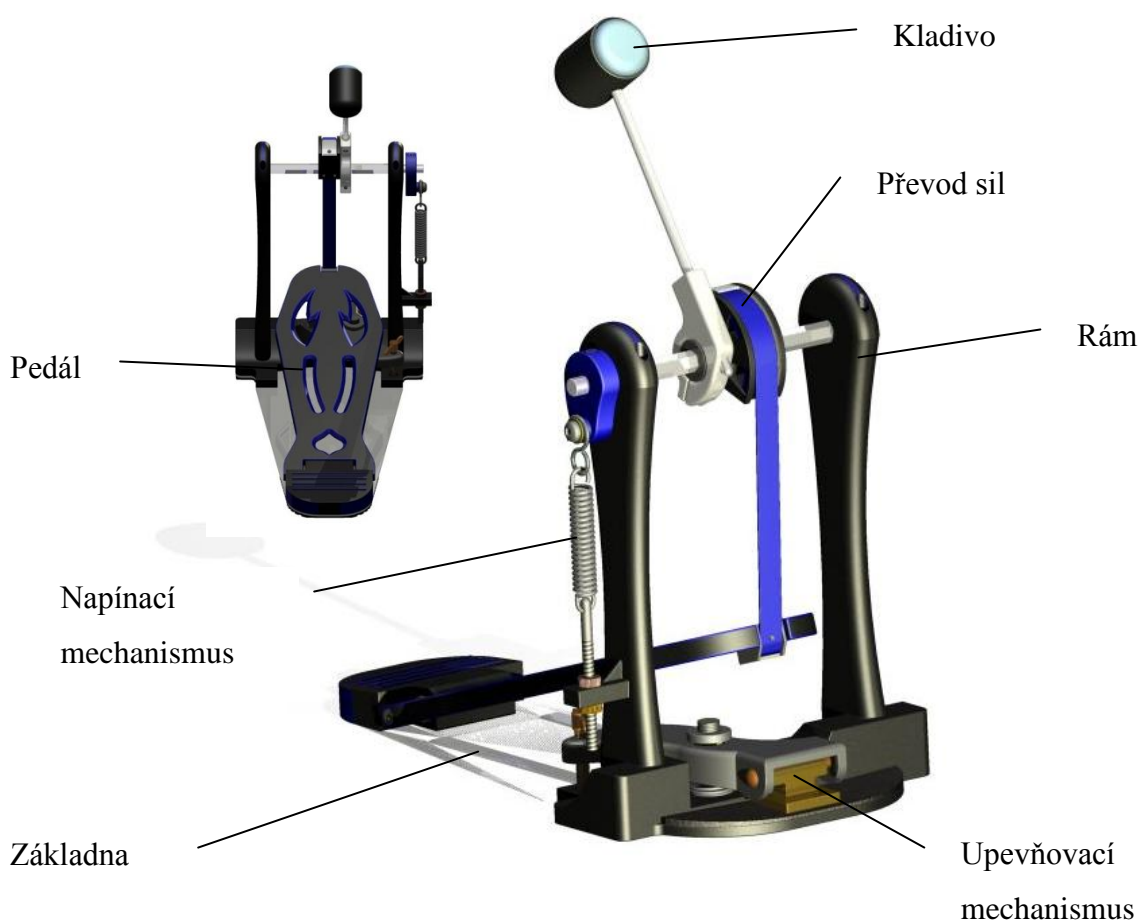
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH A POPIS KONSTUOVANÉHO PEDÁLU

V teoretické části byl kompletně popsán basový pedál k bicím nástrojům spolu s jeho funkcí a systémem ovládání. V následující praktické části bude hlavními cíly:

- Návrh a popis konstrukce vlastního ovládacího mechanismu
- Zkonstruování sestavy tohoto zařízení v CAD programu
- Zpracování technické dokumentace

5.1 Základní prvky pedálu

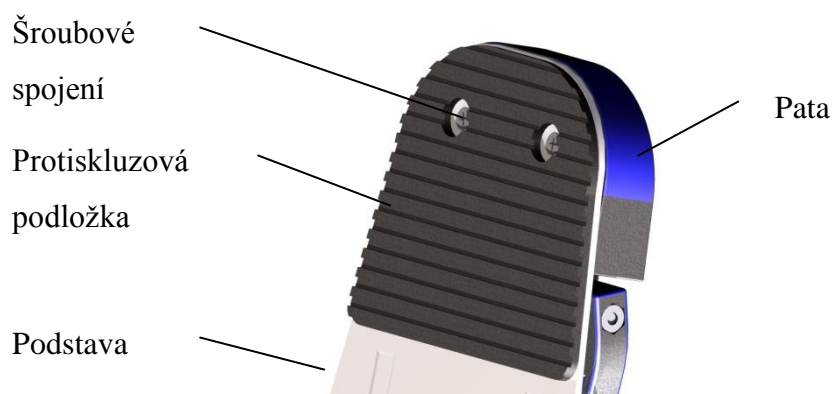


Obr. 33 – Konstruovaný mechanismus

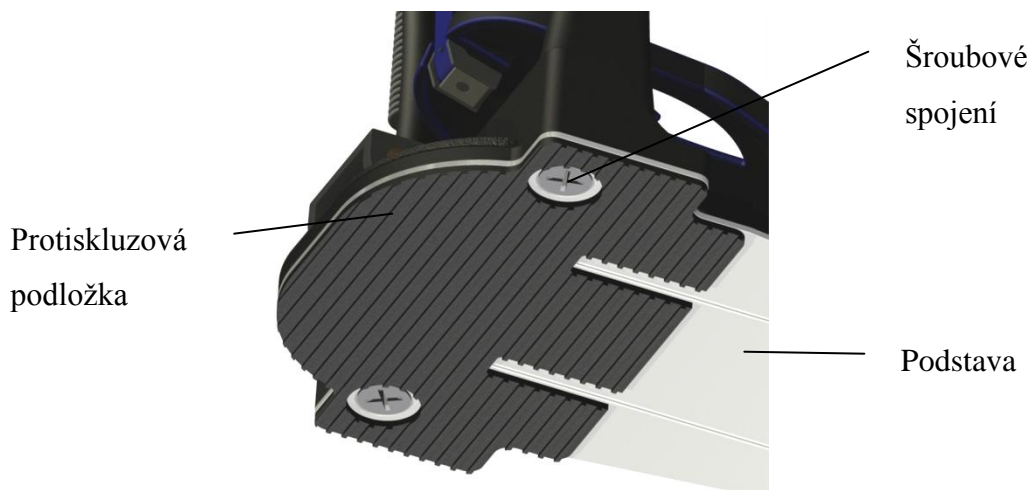
5.2 Základna

Základna navrhovaného pedálu je jedním z hlavních stavebních prvků celého mechanismu. Zajišťuje rovinný kontakt s povrchem pod pedálem a podílí se na spojení s basovým bubnem. Pomocí šroubových spojení je na ní připevněna podpora a pata pedálu. Pro lepší kontakt s povrchem pod pedálem je opatřena pryžovými podložkami, které jsou k ní připevně-

ny lepeným spojem. Tyto podložky by měly zabezpečit bezproblémové usazení pedálu a zajistit jeho stabilní polohu po celou dobu používání.



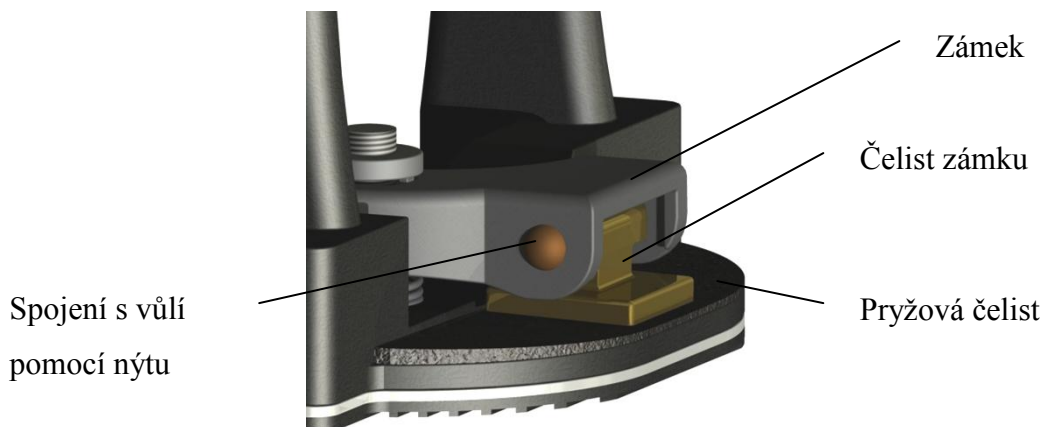
Obr. 34 – Protiskluzové podložení základny



Obr. 35 – Protiskluzové podložení přední části pedálu

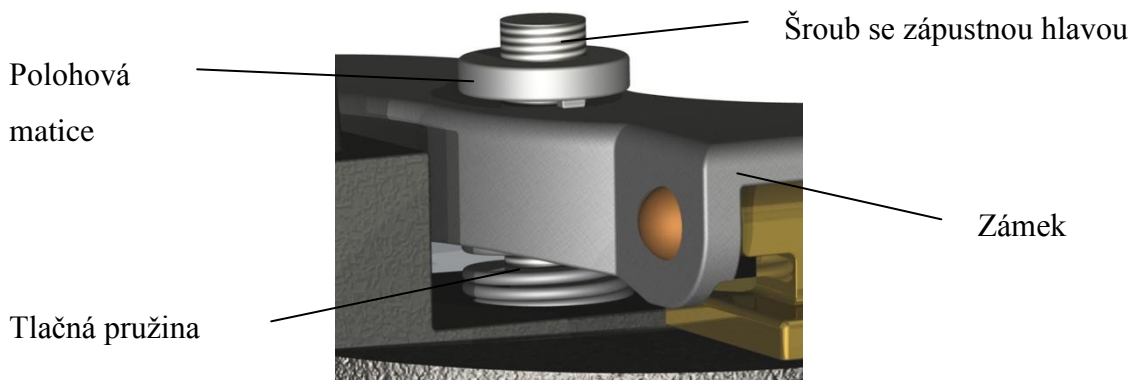
5.3 Upevňovací mechanismus

Upínací mechanismus slouží pro upnutí pedálu k obruči basového bubnu. Na této obruči je předem připravená plocha, na kterou má dosednout čelist zámku. Druhá čelist je tvořena tvarovanou pryžovou podložkou, která je lepeným spojem připevněna na podporu. Díky pružnosti pryžového materiálu, který se při zatížení maximálně přizpůsobí povrchu, jež jej zatěžuje, je získán pevný spoj eliminující zbytečné napětí na obruči basového bubnu. V případě dvou pevných (například ocelových) čelistí by mohlo díky vibracím, ohybovému a tlakovému namáhání dojít k prasknutí obruče, která je povětšinou vyráběna z tvrdých a tudíž křehkých polymerních materiálů.



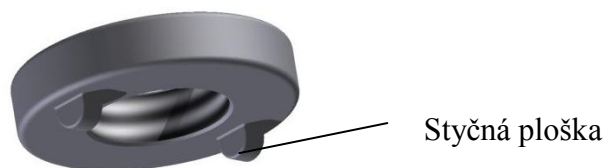
Obr. 36 – Čelist zámku

Kovová čelist je upevněna s tělesem zámku přes nýtové spojení. Spojení vykazuje značnou vůli kvůli lepšímu ustavení čelisti na obruči basového bubnu. Díky tomuto lze s relativní volností nastavit přítlak čelisti i na pokřiveném povrchu. Pro získání ještě větší adaptability je zámek k podpoře upevněn pomocí plovoucího spojení, na něž vlastní patent společnost TAMA (US PAT.NO.6011208) [7]. Pomocí pevně ukotveného šroubu, pružiny a polohové matice je docíleno vysoké volnosti úhlu nastavení zámku a zároveň je dodržen požadavek co nejpevnějšího sevření obruče.



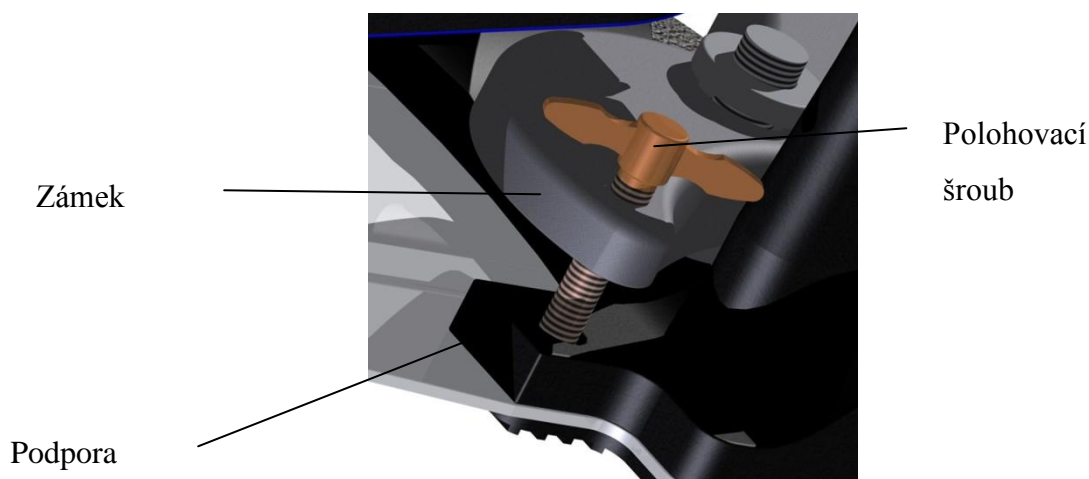
Obr. 37 – Plovoucí spojení zámku

Pro upevnění šroubu a zabezpečení proti otočení byla v podpoře pedálu vytvořena díra se závitem a celé šroubové spojení je schováno pod základnou pedálu. Matice, která působí na zámek, je kvůli variabilnímu nastavení opatřena zaoblenými styčnými ploškami vytvářejícími tečné spojení se zámkem a umožňující mu tak volné natočení.



Obr. 38 – Polohová matice

K zajištění stisku čelistí slouží jednoduchý šroubový mechanismus. Tvar zámku a umístění polohovacího šroubu spadají taktéž pod patent firmy Tama (US PAT.NO.6011208) [7]. Zde však bylo provedeno několik úprav oproti původní předloze. Pro ustavení zámku byl použit polohovací šroub, pro který je v podpoře vytvořena díra s velkou vůlí. Díky tomuto si zámek ponechává určitou polohovou variabilitu a současně je jištěn proti výraznému posunutí bez potřeby dalších středících prvků.

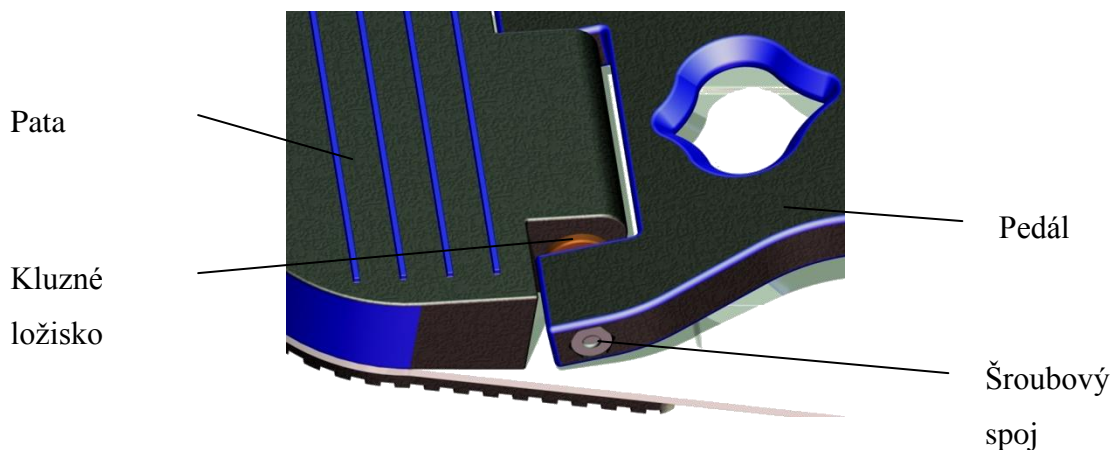


Obr. 39 – Nastavení přítlaku čelistí

Polohovací šroub tvoří šroubové spojení se závitem v zámku. Při pootočení šroubem se zámek posouvá a s tímto dochází k sevření obruče basové bubnu čelistí.

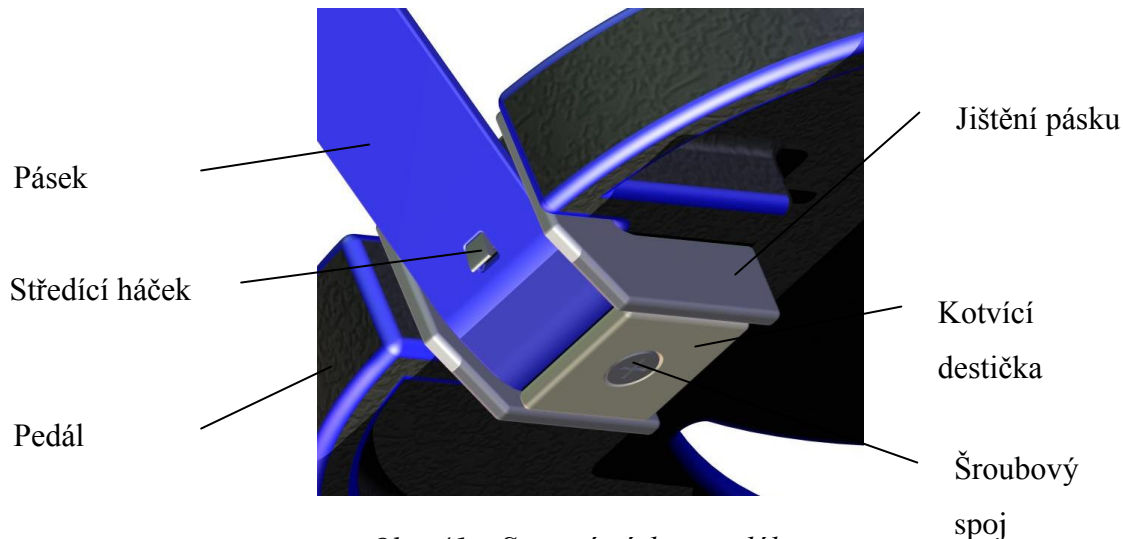
5.4 Pedál

Díky pedálu je přenášena síla z nohou bubeníka na mechanismus. Tento přenos je dále zabezpečen dvěma důležitými spojeními. První je spojení pedálu s patou mechanismu. Na něj je použito šroubu s válcovou hlavou a šestihranné matice. Pro oba prvky je vytvořeno v pedálu vybrání, aby ani jeden z něj nevystupoval. Pro hladký chod jsou v patě umístěna kluzná ložiska.



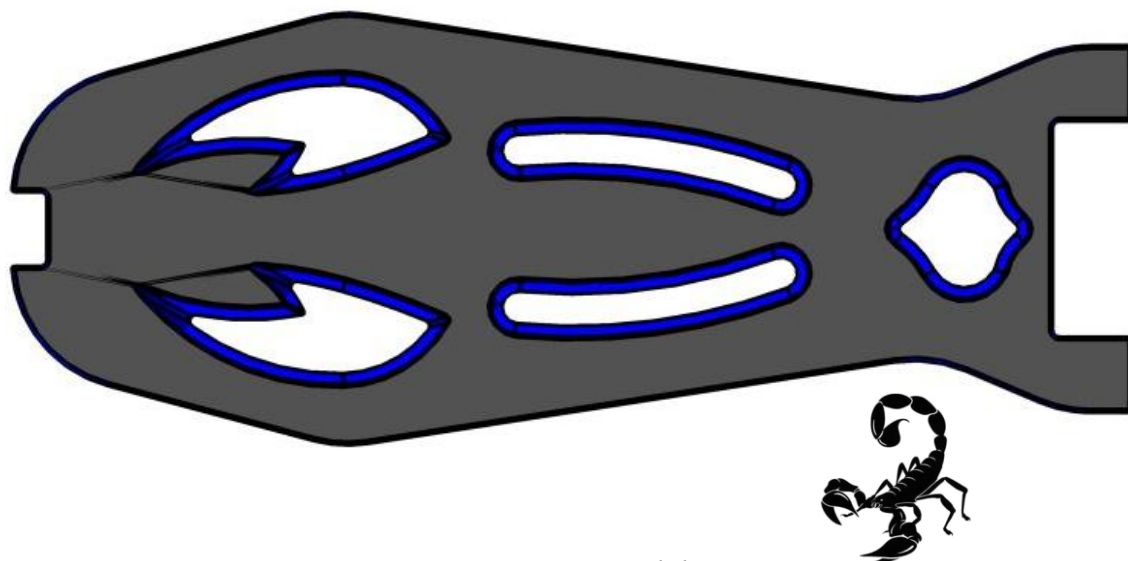
Obr. 40 – Spojení paty s pedálem

K přenosu sil z pedálu na vačku je použito v tomto návrhu kevlarového pásku. Ten je připevněn k pedálu pomocí speciálního jištění, které je přišroubováno ke spodní straně pedálu. V tomto jištění je navíc vytvořen háček, který pásek pomáhá vystředit vůči pracovní poloze. V pásku je vytvořena díra, kterou prochází šroub a pro zabezpečení proti výraznému pohybu je pásek stlačen kotvící destičkou. Ta pomáhá alespoň částečně eliminovat pomocí tlaku tahové namáhání, které v pásku při používání vzniká. Pro zvýšení pevnosti a životnosti pásku je nutno jeho okraje a zejména okraje kolem vytvořených děr prošíť.



Obr. 41 – Spojení pásku s pedálem

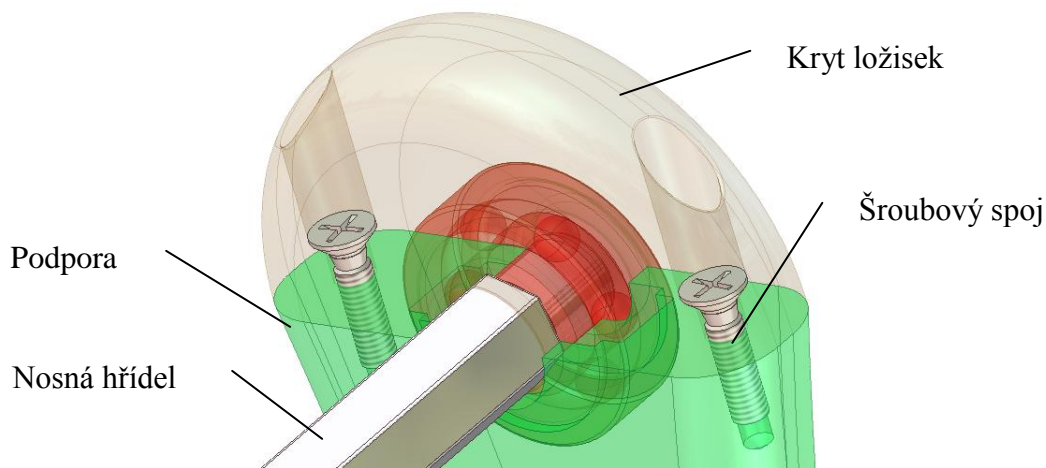
Vzhledem k dominantní velikosti pedálu v porovnání se zbytkem mechanismu je důležitá nejen jeho funkční, ale také vzhledová stránka. Pro pedál z tohoto návrhu byly zvoleny tvarové prvky připomínající vzhled štíra. Přičemž se tento návrh opírá o jeho hlavní charakteristické znaky – klepeta a ukončení ocasu s jedovým hrotem.



Obr. 42 – Pedál

5.5 Rám

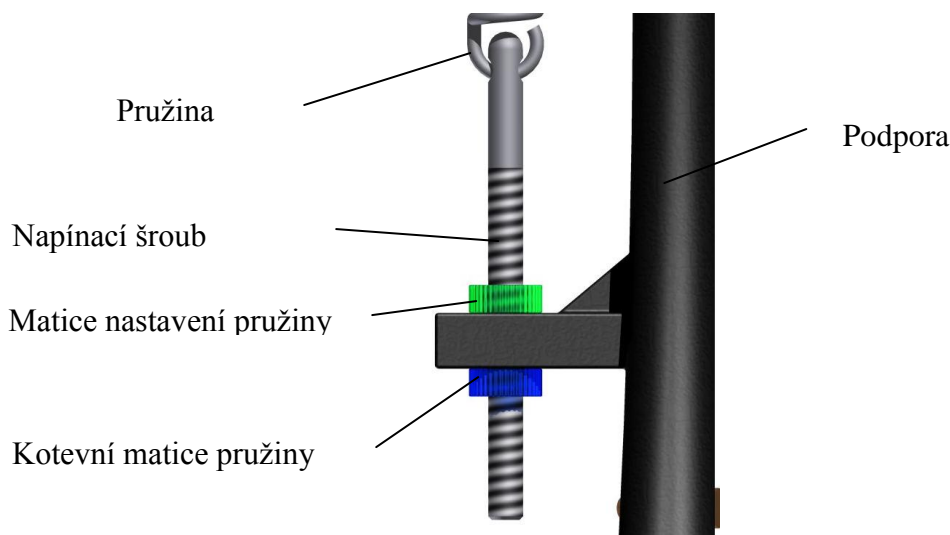
Tento konstrukční celek tvoří spojovací bod mezi všemi součástmi mechanismu. Jeho spodní část je spojena šroubovým spojem se základnou mechanismu a také tvoří čelist'ové sevření se zámkem. Přes nosnou hřídel je rám spojen s napínacím zařízením, vačkou a kladivem. Nosná hřídel je uložena v kuličkových ložiscích a je základem pro veškerý točivý pohyb mechanismu. Ložiska, v kterých je hřídel uložena, jsou umístěna z poloviny ve vyfrézovaných drážkách podpory a z druhé poloviny jsou jištěna ložiskovými kryty, které jsou k podpoře upevněny pomocí šroubového spoje. Samotná hřídel je v tomto uložení jištěna z obou stran změnou z kruhového průřezu na průřez šestihranný. Tento tvar má své opodstatnění také z hlediska upevnění vačky a nosného kroužku kladiva. Díky němu je tak eliminována jakákoli možnost pootočení těchto součástí při zatížení.



Obr. 43 – Uložení ložisek

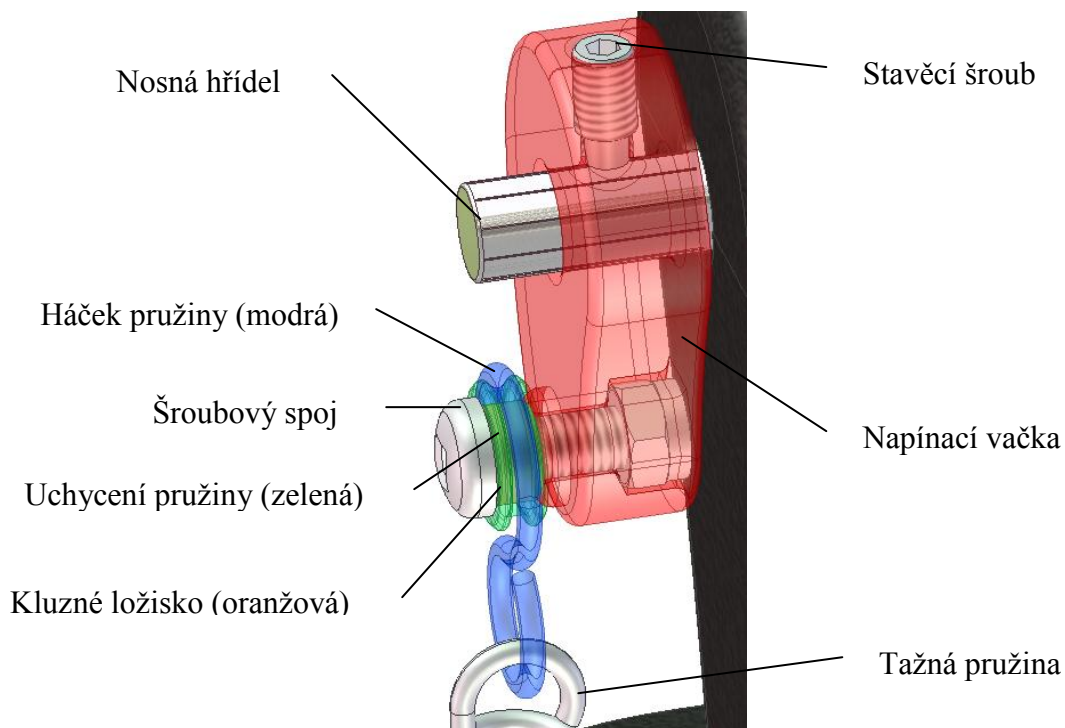
5.6 Napínací mechanismus

Napínací mechanismus slouží k nastavení síly, která působí proti pootočení nosné hřídele a k zajištění zpětného pohybu hřídele po ukončení silového působení na pedál. Hlavním prvkem je tažná pružina, která je uchycena z jedné strany pomocí napínacího šroubu a dvojice matic, a z druhé strany háčkem uchyceným na nylonový kroužek. Napínací šroub je středěn v tvarovém výstupku podpory, který také současně spolu s maticemi drží pružiny v požadovaném napětí. Pomocí nastavení pružiny může uživatel zvýšit či naopak snížit odpor, který bude pedál klást. Nastavení se děje pomocí zmíněné dvojice matic, z čehož matice nastavení je vyšroubována na požadovanou pracovní výšku napínacího šroubu a kotevní matice následně dokončí sevření. Díky tomuto lze získat přesně ovladatelné reakce pedálu, které si může každý nastavit podle svých požadavků.



Obr. 44 – Nastavení
odporu pružiny

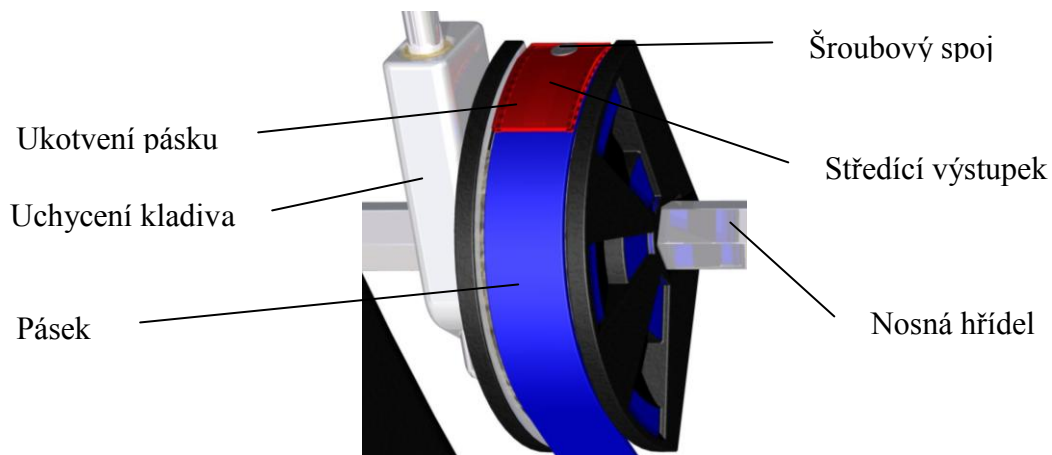
Jak bylo zmíněno výše, horní část pružiny je uchycená pomocí háčku na nylonový kroužek. Ten je s vůlí nasazen na kluzné ložisko, které je sevřeno mezi šroub s půlkulatou hlavou a napínací vačku. Šroub tvoří současně hřídel, na kterou je ložisko nasazeno a je našroubován v matici, která je umístěna ve vybrání na napínací vačce. Vačka samotná je pomocí stavěcího šroubu upevněna na prodlouženém konci nosné hřídele. Tento konec je kruhový a pomocí natočení uvolněné napínací vačky je možno nastavit úhel, který bude pedál svírat se základnou mechanismu.



Obr. 45 – Mechanismus
napínací vačky

5.7 Převod mechanismu

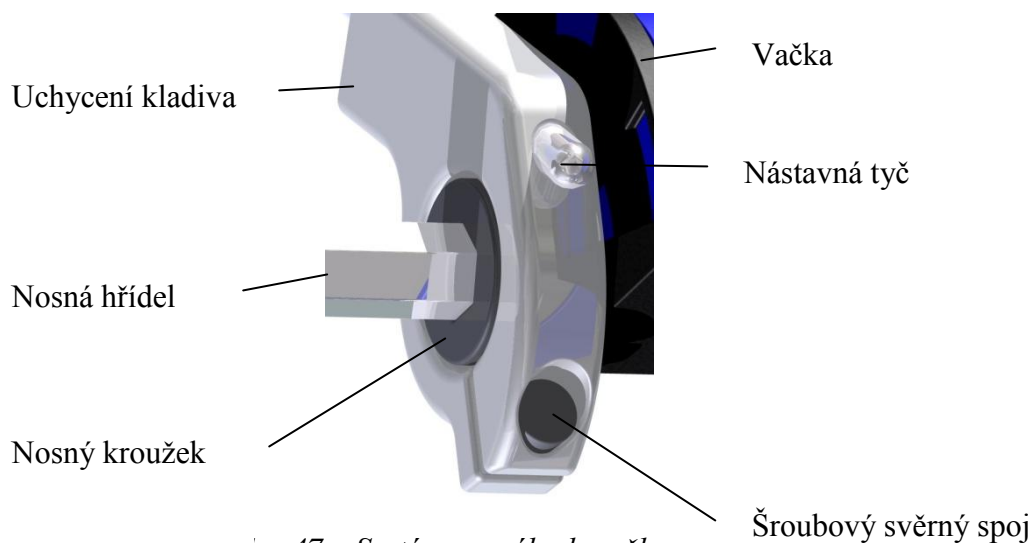
Jak bylo napsáno v teoretické části této práce, převod mechanismu z pohybu posuvného na pohyb otáčivý je prováděn pomocí vačky a (v tomto případě) pásku. Vačka je pomocí tvarového spoje (šestihran) a šroubového spoje (stavěcí šrouby) ustavena na nosné hřídeli. Pásek je na vačce uchycen podobně jako na pedálu – je použito šroubového spoje, přítlačné destičky pro zmenšení tahového namáhání. Středící výstupek na vačce je však rozměrnější, to je způsobeno předpokladem větší jisticí funkce pro pásek.



Obr. 46 – Mechanismus vačky

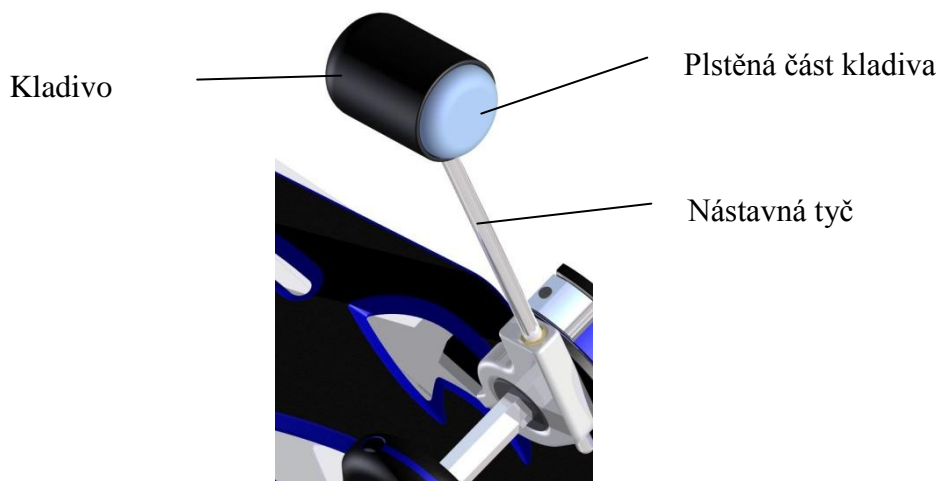
5.8 Kladivo

Pro základní nosný prvek kladiva bylo opět použito inspiraci dle patentu společnosti TAMA. Tentokrát se jedná o nosný kroužek kladiva, který umožňuje jakékoli nastavení úhlu kladiva bez nutnosti změny tuhosti mechanismu či náročného přenastavení pozice uchycení kladiva na nosné hřídeli (US PAT.NO.5297467) [7]. Nosný kroužek je podobně jako vačka uchycen tvarovým a šroubovým spojem na nosné hřídeli a teprve na něj je ustaveno uchycení kladiva, které je pomocí šroubu zajištěno svěrným spojem proti po-
točení.



Obr. 47 – Systém nosného kroužku

Samotné kladivo je našroubováno na nastavnou tyč, která je uchycena v uchycení kladiva pomocí stavěcího šroubu. Pro lepší sevření je mezi tyč a uchycení umístěna polyamidová vložka. Kladivo je složeno ze dvou částí – polyamidové a plstěné (polyamid pokrytý opletem).



Obr. 48 - Kladivo

6 PEVNOSTNÍ KONTROLA MECHANISMU

Z hlediska pevnostní kontroly byly vybrány tyto součásti:

- Pedál
- Nosná hřídel
- Tažná pružina napínacího mechanismu
- Tlačná pružina upevňovacího mechanismu

Součásti pedál a nosná hřídel byly podrobeny pevnostní analýze v programu Autodesk Inventor Professional 2008. Pružiny byly vypočteny a zkontrolovány podprogramem Design Accelerator, který spadá taktéž pod program Autodesk Inventor Professional 2008.

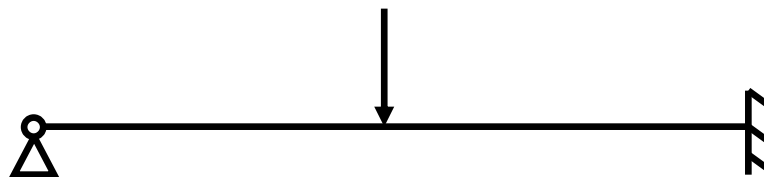
6.1 Pevnostní kontrola - Pedál

Pedál byl pro pevnostní výpočet zatížen silou 600N, což lze uvažovat jako ekvivalent 60 kilogramů. Tato působící síla byla zvolena vzhledem k vysokým požadavkům na životnost zařízení a jeho časté stěhování a manipulaci vzhledem k povaze využití. Při běžném použití by se zatěžování pedálu podle měření mělo dostat maximálně na hranici 200N.

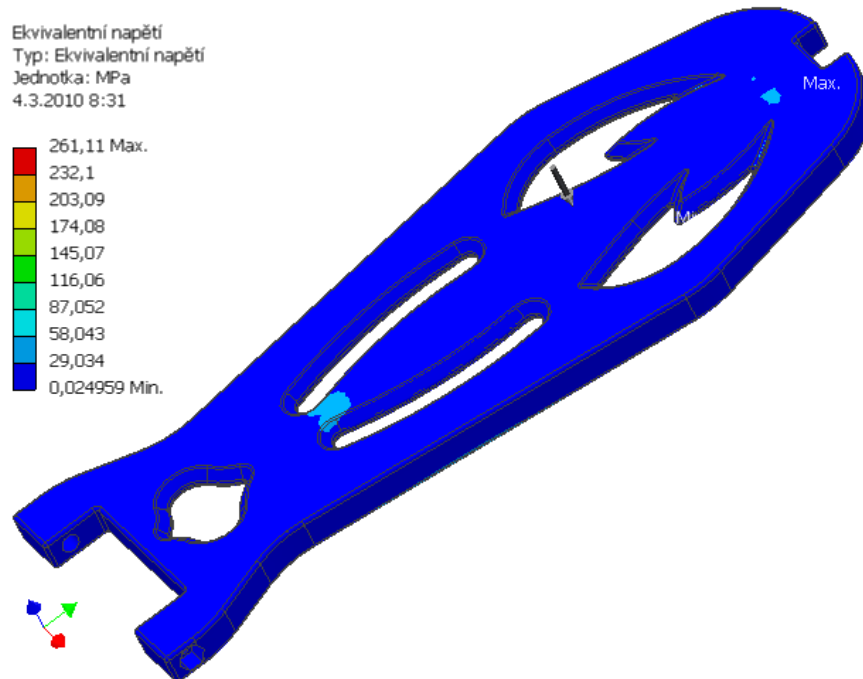
| Litá ocel | |
|----------------------|------------------------------|
| Youngův modul | 2,1e+005 MPa |
| Poissonova konstanta | 0,3 |
| Měrná hmotnost | 7,85e-006 kg/mm ³ |
| Mez v kluzu | 250,0 MPa |
| Mez pevnosti v tahu | 300,0 MPa |

Tab. 1 – Zvolené materiálové vlastnosti pedálu

Pro uchycení pedálu bylo použito rotační kloubové vazby na straně ve styku s patou a vetknutí na straně ve styku s páskem.

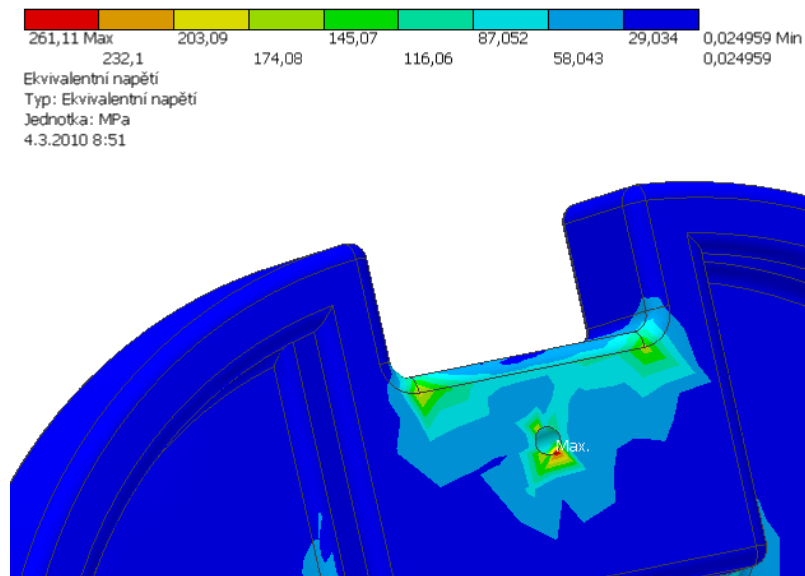


Obr. 49 – Schéma zatíženého pedálu

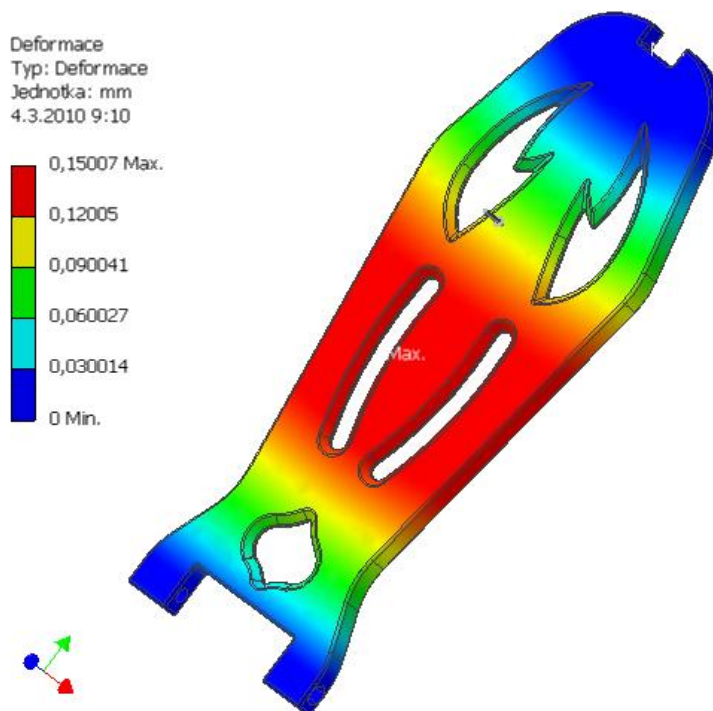


Obr. 50 – Vzniklá napětí na pedálu po zatížení

Po zatížení pedálu bylo zjištěno, že největší napětí se bude koncentrovat ve šroubovém spojení pedálu s páskem. V případě pedálu toto napětí neznámá porušení, avšak pro šroubový spoj bude zapotřebí zvolit šroub se zvýšenou třídou pevnosti, aby vzniklé napětí vydržel.



Obr. 51 – Koncentrace napětí v závitové díře pedálu



Obr. 52 – Rozložení deformací po tělese pedálu

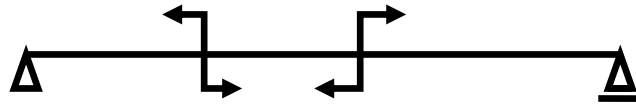
Z obrázku (Obr. 52) lze odvodit, že deformace pedálu i při kritickém zatížení dosáhne necelých dvou desetín milimetru. Tuto deformaci lze považovat vzhledem k povaze mechanismu za zanedbatelnou.

6.2 Pevnostní kontrola – Nosná hřídel

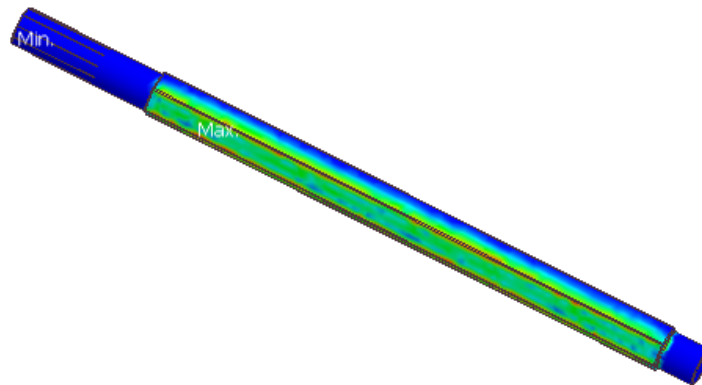
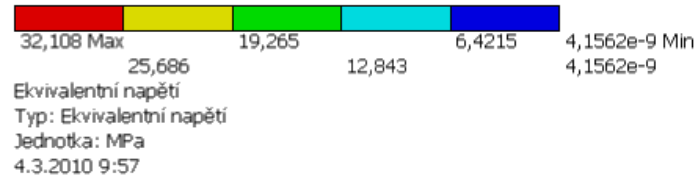
Při nárazu kladiva do blány bubnu nastane případ, kdy na nosnou hřídel začne v jednom směru působit reakční moment v uchycení kladiva a v druhém moment vyvolaný tahem pásku připevněným k vačce. Tento moment byl podobně jako u předešlého případu nastaven pro zatížení vahou šedesáti kilogramů. Výsledný zatěžující moment je tedy 18000N.mm.

| Ocel | |
|----------------------|------------------------------|
| Youngův modul | 2,1e+005 MPa |
| Poissonova konstanta | 0,3 |
| Měrná hmotnost | 7,85e-006 kg/mm ³ |
| Mez v kluzu | 207,0 MPa |
| Mez pevnosti v tahu | 345,0 MPa |

Tab. 2 - Zvolené materiálové vlastnosti nosné hřídele

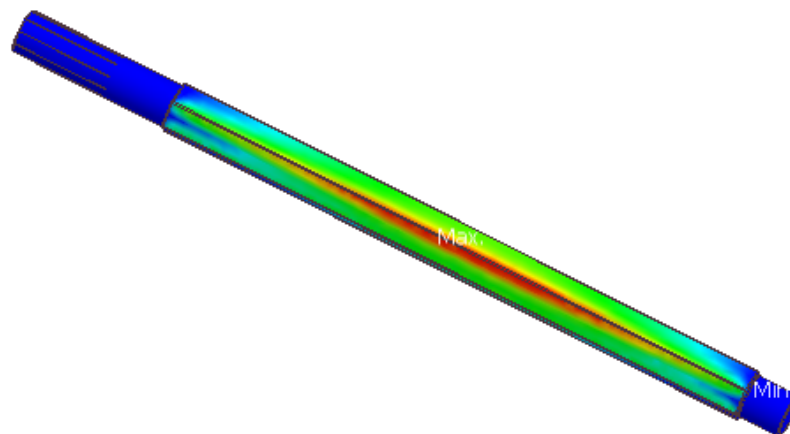
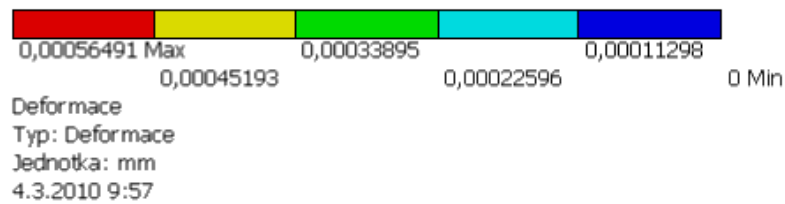


Obr. 53 – Schéma zatížení nosné hřídele



Obr. 54 – Vzniklá napětí na nosné hřídeli po zatížení

Jak lze na obrázku vidět, největší napětí bude vznikat na hranách šestihranu, kde jsou také upevněny vačka společně s uchycením kladiva.



Obr. 55 – Rozložení deformací na nosné hřídeli

V případě nosné hřídele lze vidět, že zadané namáhání neovlivní její funkční vlastnosti. Deformace dosahují v tomto případě zanedbatelných hodnot.

6.3 Pevnostní kontrola – Tažná pružina napínacího mechanismu

| Materiál pružiny | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Žíhaný z oceli Si-Cr (14 260) |
| Dovolené napětí v krutu | τ_A 852,000 MPa |
| Modul pružnosti ve smyku | G 78500,000 MPa |
| Hustota | ρ 7850 kg/m ³ |
| Součinitel využití materiálu | us 0,950 ul |

Tab. 3 – Charakteristika materiálu tažné pružiny

Pro tažnou pružinu byla zvolena žíhaná ocel ČSN 14 260. Tato ocel by podle předpokladů měla vydržet požadované namáhání, která byla naměřena v těchto hodnotách:

- Minimální zatížení $F_1=5\text{N}$
- Pracovní zatížení $F_p=80\text{N}$
- Maximální zatížení $F_8=180\text{N}$

Po zadání těchto sil do podprogramu Design Accelerator byly vypočteny následující výsledky:

| Výsledky | |
|----------|-------------|
| L_z | 43,800 mm |
| L_9 | 78,244 mm |
| s_1 | 0,464 mm |
| s_8 | 16,716 mm |
| s_9 | 20,444 mm |
| F_9 | 220,144 N |
| τ_1 | 19,351 MPa |
| τ_8 | 696,635 MPa |

Tab. 4 – Výsledky výpočtu tažné pružiny

Pro kontrolu navržené pružiny je podstatná zakroužkovaná hodnota (Tab. 4), což je napětí v krutu při působení maximální síly na pružinu. Při porovnání s dovolenou hodnotou (Tab. 3) lze dojít k závěru, že pružina zadané namáhání vydrží.

6.4 Pevnostní kontrola – tlačná pružina upevňovacího mechanismu

| Materiál pružiny | |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Tažený patentovaný z nelegované oceli - 5.tř. ... |
| Mez pevnosti v tahu | σ_{ult} 1500,000 MPa |
| Dovolené napětí v krutu | τ_A 750,000 MPa |
| Modul pružnosti ve smyku | G 80500,000 MPa |
| Hustota | ρ 7850 kg/m ³ |
| Součinitel využití materiálu | us 0,900 ul ... |

Tab. 5 – Materiál tlačné pružiny

Pro tlačnou pružinu upevňovacího mechanismu byl jako dostačující zvolen drát ze základní oceli 11 300. Při zadání zatížení bylo v případě minimálního zatížení zapotřebí brát v úvahu pouze váhu samotného zámku s maticí. Při pracovním zatížení hraje velkou roli utažení matice na zámku. Z tohoto důvodu byly nastaveny síly působící na pružinu takto:

- Minimální zatížení $F_1=2\text{N}$
- Pracovní zatížení $F_p=10\text{N}$
- Maximální zatížení $F_8=20\text{N}$

Po zadání do podprogramu vyšly tyto výsledky:

| Výsledky | |
|------------|-------------|
| s_1 | 1,243 mm |
| s_8 | 12,429 mm |
| s_9 | 14,125 mm |
| L_{minf} | 13,100 mm |
| L_9 | 10,875 mm |
| F_9 | 22,729 N |
| τ_1 | 27,917 MPa |
| τ_8 | 279,170 MPa |
| τ_9 | 317,258 MPa |

Tab. 6 - Výsledky výpočtu tlačné pružiny

Stejně jako u předešlého výpočtu je pro kontrolu navržené pružiny podstatná zakroužkovaná hodnota (Tab. 6), což je napětí v krutu při působení maximální síly (zadané) na pružinu. Při porovnání s dovolenou hodnotou (Tab. 5) lze opět dojít k závěru, že pružina zadané namáhání vydrží.

ZÁVĚR

Dle zadání byl zkonstruován v programu Autodesk Inventor 2008 model pedálu k bicím nástrojům. Vzhled a jednotlivé konstrukční prvky byly tvořeny dle uvážení konstruuujícího spolu se silnou inspirací v současných trendech basových pedálů. Použití patentovaných prvků stávajících výrobců je v práci zdůrazněno (v případě, jedná-li se o výraznou podobnost až shodnost s těmi to prvky). Pro přenos pohybů z pedálu na vačku modelu bylo použito kevlarového pásku, který nahradil předem uvažované řetězové spojení. To bylo po několika konstrukčních pokusech vyloučeno vzhledem k hardwarovým nárokům, které kladlo vlastní vymodelování. Vzhled modelu byl záměrně stylizován do nápaditého vyobrazení, jelikož byla brána v potaz současná situace na trhu s basovými pedály a nutnost zaujmout na první pohled. Stylizace štíra jako taková navíc přesně vystihuje charakteristiku pedálu, který současný zákazník požaduje – rychlý, přesný, úderný. Finální zakomponování modré barvy přidalo navíc optický dojem stability, která je také jedním z měřítek kvality současných pedálů na trhu.

Popis pedálu v praktické části byl zaměřen na stručné a zřetelné popsání vymodelované sestavy. Obrázky, jež jsou k tomuto popisu vloženy, byly vytvořeny v podprogramu Inventor Studio, který je součástí použitého programu pro modelování. Pro celkovou přesnou představu o konstruovaném pedálu byla vytvořena kompletní výkresová dokumentace zahrnující všechny nenormalizované součásti mechanismu včetně výkresů sestavy a kusovníku. Výkresy sestavy nabízejí kompletní náhled na propojení a usazení všech součástí pedálu. Z hlediska dimenzování byly vytvořeny pevnostní analýzy pedálu, nosné hřídele a výpočtové procesy použitých pružin. Tyto analýzy a výpočty sloučí však spíše pro orientaci o zatížení daných prvků a nepokrývají kompletní problematiku zatížení basového pedálu jako celku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] WIKIPEDIA - Buben [online]. [cit. 2009-11-11]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Buben>>
- [2] VAJGL, Martin. Muzikus: Historie techniky hry na bicí v kostce - aneb od tympánů ke dvou kopákům. 2005/02, str. 95
- [3] VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů II. 1. dotisk 2009 ISBN 978-80-7318-111-6
- [4] Vintage Drum Guide - the history of vintage drums [online]. [cit. 2009-11-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vintagedrumguide.com/pedals.html>>
- [5] Gibraltar Hardware - Drum pedals - Catapult Linear Motion Bass Drum Pedal [online]. [cit. 2009-11-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.gibraltarhardware.com>>
- [6] HNÁT, Luboš. Tama Iron Cobra HP900F, HP900P a HP900RS - nové modely pedálů Tama [online]. [cit. 2009-11-11]. Dostupné z WWW: <http://www.muzikus.cz/promuzikanty-serialy>>
- [7] TAMA Drums - Products - Hardware [online]. [cit. 2009-11-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.tamadrum.co.jp>>

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 1 – Rotační dvojice s nuceným stykem</i> | 13 |
| <i>Obr. 2 – Valivá dvojice: a) se silovým, b) s nuceným stykem</i> | 13 |
| <i>Obr. 3 – Posuvná dvojice: a) šestihran v objímce, b) hřídel s perem</i> | 14 |
| <i>Obr. 4 - Šroubová dvojice</i> | 14 |
| <i>Obr. 5 – Dvojice se dvěma stupni volnosti</i> | 14 |
| <i>Obr. 6 – Dvojice se dvěma stupni volnosti – rotace navzájem kolmých os</i> | 14 |
| <i>Obr. 7 – Kulová dvojice</i> | 15 |
| <i>Obr. 8 – Plošná dvojice: a) se silovým stykem, b) s nuceným stykem</i> | 15 |
| <i>Obr. 9 – Přímková dvojice</i> | 15 |
| <i>Obr. 10 – Dvojice s bodovým stykem</i> | 15 |
| <i>Obr. 11 – Nastavení protažení pružiny</i> | 20 |
| <i>Obr. 12 – Pedál ze začátku 20. Století [4]</i> | 21 |
| <i>Obr. 13 – Raný mechanismus (1926) [4]</i> | 21 |
| <i>Obr. 14 – Novodobý představitel bicích pedálů Tama – Iron Cobra</i> | 22 |
| <i>Obr. 15 - Mechanismus hi-hat</i> | 23 |
| <i>Obr. 16 – Dvoj-pedál Sonor Giant Step</i> | 24 |
| <i>Obr. 17 – Vratná pružina Cobra Coil od firmy TAMA Drums</i> | 24 |
| <i>Obr. 18 – Gibraltar: Catapult linear motion</i> | 25 |
| <i>Obr. 19 – Ukázka tvarů pedálů</i> | 26 |
| <i>Obr. 20 – Kulatá (R) a vystředěná (P) vačka</i> | 27 |
| <i>Obr. 21 – Použití koženého řemínku [4]</i> | 28 |
| <i>Obr. 22 – Použití zdvojeného řetězu</i> | 29 |
| <i>Obr. 23 - Použití kevlarového pásku</i> | 29 |
| <i>Obr. 24 – Pedál s celokovovým převodem</i> | 30 |
| <i>Obr. 25 – Plstěné kladivo</i> | 30 |
| <i>Obr. 26 – Přehled vyráběných tvarů kladiv bicích pedálů</i> | 31 |
| <i>Obr. 27 – Kladivo s třemi nastavitelnými funkčními plochami</i> | 31 |
| <i>Obr. 28 – Základní uchycení pružiny</i> | 32 |
| <i>Obr. 29 – Uložení pružiny s vestavěným kuličkovým ložiskem</i> | 32 |
| <i>Obr. 30 – Uchycení pedálu k basovému bubnu</i> | 33 |
| <i>Obr. 31 – Použití pojistných šroubů u levé části dvoj-pedálu</i> | 34 |
| <i>Obr. 32 – Radiální kuličkové ložisko pro RC modely</i> | 34 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Obr. 33 – Konstruovaný mechanismus</i> | <i>37</i> |
| <i>Obr. 34 – Protiskluzové podložení základny</i> | <i>38</i> |
| <i>Obr. 35 – Protiskluzové podložení přední části pedálu.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Obr. 36 – Čelist zámku</i> | <i>39</i> |
| <i>Obr. 37 – Plovoucí spojení zámku</i> | <i>39</i> |
| <i>Obr. 38 – Polohová matice</i> | <i>40</i> |
| <i>Obr. 39 – Nastavení přitlaku čelistí.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Obr. 40 – Spojení paty s pedálem</i> | <i>41</i> |
| <i>Obr. 41 – Spojení pásku s pedálem.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Obr. 42 – Pedál.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Obr. 43 – Uložení ložisek.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Obr. 44 – Nastavení odporu pružiny</i> | <i>43</i> |
| <i>Obr. 45 – Mechanismus napínací vačky</i> | <i>44</i> |
| <i>Obr. 46 – Mechanismus vačky.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Obr. 47 – Systém nosného kroužku</i> | <i>45</i> |
| <i>Obr. 48 - Kladivo</i> | <i>45</i> |
| <i>Obr. 49 – Schéma zatíženého pedálu.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Obr. 50 – Vzniklá napětí na pedálu po zatížení</i> | <i>47</i> |
| <i>Obr. 51 – Koncentrace napětí v závitové díře pedálu</i> | <i>47</i> |
| <i>Obr. 52 – Rozložení deformací po tělese pedálu</i> | <i>48</i> |
| <i>Obr. 53 – Schéma zatížení nosné hřídele.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Obr. 54 – Vzniklá napětí na nosné hřídeli po zatížení</i> | <i>49</i> |
| <i>Obr. 55 – Rozložení deformací na nosné hřídeli</i> | <i>49</i> |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|-----------|
| <i>Tab. 1 – Zvolené materiálové vlastnosti pedálu</i> | <i>46</i> |
| <i>Tab. 2 - Zvolené materiálové vlastnosti nosné hřídele</i> | <i>48</i> |
| <i>Tab. 3 – Charakteristika materiálu tažné pružiny</i> | <i>50</i> |
| <i>Tab. 4 – Výsledky výpočtu tažné pružiny</i> | <i>50</i> |
| <i>Tab. 5 – Materiál tlačné pružiny</i> | <i>51</i> |
| <i>Tab. 6 - Výsledky výpočtu tlačné pružiny</i> | <i>51</i> |

SEZNAM PŘÍLOH

- P I: KUSOVNÍK
- P II: UTB – FT – BP – 00 / A SESTAVA /A
- P III: UTB – FT – BP – 00 / B SESTAVA /B
- P IV: UTB – FT – BP – 01 PEDÁL
- P V: UTB – FT – BP – 02 PATA
- P VI: UTB – FT – BP – 03 PODSTAVA
- P VII: UTB – FT – BP – 04 PODPORA
- P VIII: UTB – FT – BP – 05 KRYT LOŽISEK
- P IX: UTB – FT – BP – 06 NOSNÁ HŘÍDEL
- P X: UTB – FT – BP – 07 NAPÍNACÍ VAČKA
- P XI: UTB – FT – BP – 08 UCHYCENÍ PRUŽINY
- P XII: UTB – FT – BP – 09 HÁČEK PRUŽINY
- P XIII: UTB – FT – BP – 10 NAPÍNACÍ ŠROUB
- P XIV: UTB – FT – BP – 11 MATICE NASTAVENÍ PRUŽINY
- P XV: UTB – FT – BP – 12 KOTEVNÍ MATICE PRUŽINY
- P XVI: UTB – FT – BP – 13 ZÁMEK
- P XVII: UTB – FT – BP – 14 POLOHOVÁ MATICE ZÁMKU
- P XVIII: UTB – FT – BP – 15 POLOHOVACÍ ŠROUB
- P XIX: UTB – FT – BP – 16 ČELIST
- P XX: UTB – FT – BP – 17 PODLOŽKA BUBNU
- P XXI: UTB – FT – BP – 18 PROTISKLUZOVÁ PODLOŽKA ZADNÍ
- P XXII: UTB – FT – BP – 19 PROTISKLUZOVÁ PODLOŽKA PŘEDNÍ
- P XXIII: UTB – FT – BP – 20 VAČKA
- P XXIV: UTB – FT – BP – 21 NOSNÝ KROUŽEK KLADIVA
- P XXV: UTB – FT – BP – 22 UCHYCENÍ KLADIVA
- P XXVI: UTB – FT – BP – 23 VLOŽKA
- P XXVII: UTB – FT – BP – 24 NÁSTAVNÁ TYČ
- P XXVIII: UTB – FT – BP – 25 KLADIVO
- P XXIX: UTB – FT – BP – 26 PLSTĚNÁ VÝPLŇ KLADIVA
- P XXX: UTB – FT – BP – 27 ŠROUB M4 POHYBOVÝ
- P XXXI: UTB – FT – BP – 28 PODLOŽKA
- P XXXII: UTB – FT – BP – 29 UKOTVENÍ PÁSKU

P XXXIII: UTB – FT – BP – 30 PÁSEK

P XXXIV: UTB – FT – BP – 31 JIŠTĚNÍ PÁSKU

P XXXV: UTB – FT – BP – 32 PODLOŽKA VAČKY

P XXXVI: UTB – FT – BP – 33 UKOTVENÍ PÁSKU SPODNÍ

P XXXVII: UTB – FT – BP – 34 TLAČNÁ PRUŽINA

P XXXVIII: UTB – FT – BP – 35 TAŽNÁ PRUŽINA