



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

ELEKTORNICKÉ ŘAZENÍ PRO PŘEVODOVKU COMEX

SOLUTION OF ELECTRONIC SHIFTING FOR COMEX GEARBOX

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

HANA CRHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ DVOŘÁČEK

BRNO 2013

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je návrh řazení vozidla pro tělesně postižené, s důrazem na jednoduchost řazení převodových stupňů. V první části práce je provedeno srovnání vozidla Elbee s ostatními vozidly dané kategorie. V další části je uvedeno rozdělení převodovek dle typu řazení převodových stupňů a porovnání jejich vlastností. Poslední část se věnuje výběru nejvhodnější převodovky a konstrukci přídatného mechanismu zajišťujícího správnou funkci převodové soustavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Elbee, převodovka, řazení, zkrutná pružina

ABSTRACT

The subject of this bachelor's thesis is design of shifting of vehicle for handicapped people, with the emphasis on simply shifting of transmission gears. In the first part there is a comparison of Elbee with other vehicles of this category. Next part is about gearboxes divided by type of shifting. And there is comparison of these gearboxes. In the last part there is the choice of the best gearbox and construction of additional mechanism which provides correct functionality of transmission system.

KEY WORDS

Elbee, gearbox, shifting, torsion spring

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

CRHOVÁ, H. Řešení elektronického řazení pro převodovku COMEX. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. s. 40. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Řešení elektronického řazení pro převodovku COMEX* vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce Ing. Jiřího Dvořáčka a v seznamu jsem uvedla všechny literární a odborné zdroje.

V Brně dne 17. května 2013

vlastnoruční podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Velice ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Dvořáčkovi za jeho ochotu, rady a připomínky, kterými mi pomáhal při vypracování této práce. Dále panu Josefu Francovi, konstruktérovi vozidla Elbee, za odborné vedení v praxi. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům za jejich podporu po celou dobu mého studia.

OBSAH

OBSAH	11
ÚVOD	12
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
1.1 Elbee	13
1.2 Obdobná vozidla	15
1.2.1 Kenguru	15
1.2.2 Pratyko	16
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	18
3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	19
3.1 Manuální převodovka	19
3.1.1 Ovládání	19
3.1.2 Porovnání vlastností	20
3.2 Poloautomatická převodovka	20
3.2.1 Ovládání	21
3.2.2 Porovnání vlastností	21
3.3 Automatická (samočinná) převodovka	22
3.3.1 Ovládání	22
3.3.2 Druhy automatických převodovek	23
3.3.3 Porovnání vlastností	24
3.4 Shrnutí	25
4 OPTIMÁLNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	26
4.1 Výběr převodovky	26
4.2 Převodová soustava	26
4.3 Návrh přidavného mechanismu	27
4.3.1 Princip činnosti přidavného mechanismu	27
4.3.2 Konstrukce přidavného mechanismu	29
4.3.3 Návrh a výpočet zkrutné pružiny	30
5 DISKUZE	34
6 ZÁVĚR	35
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	36
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	38
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	39
10 SEZNAM PŘÍLOH	40

ÚVOD

Elbee je specifické vozidlo vyvíjené na míru tělesně postiženým, konkrétně těm, kteří využívají jakýkoli typ invalidního vozíku. Mezi největší výhody Elbee patří řízení bez nutnosti přesezení z vozíku do sedadla řidiče. Invalida najede s vozíkem do vozidla přes výklopnou rampu a setrvává v něm po celou dobu přepravy. Další výhodou je způsob nastupování a vystupování při parkování. Kvůli malým rozměrům Elbee je možné parkovat příčně i v řadě podélně stojících automobilů a z rampy sjet rovnou na chodník. Je zřejmé, že Elbee svými výhodami přináší vozíčkářům větší svobodu a nezávislost na druhé osobě, která dříve musela při přesezení do vozidla asistovat. Elbee bude plně uzpůsobeno podle potřeb jednotlivých uživatelů. Například ovládání je možné pomocí volantu, řídítek nebo beranů, které známe z jízdních kol. Individualizace se netýká pouze praktických věcí, ale i interiéru a designu, který si díky polepovým foliím namísto lakování může vymyslet každý sám. Při návrhu vozidla bylo nutné brát zřetel zejména na potřeby jeho uživatelů. Jednou z nich bylo i řešení převodové soustavy s co nejjednodušším řazením převodových stupňů, které je hlavním tématem této bakalářské práce.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1

Elbee je specifický dopravní prostředek vyvíjený na míru tělesně postiženým, zejména těm, kteří využívají jakýkoli typ invalidního vozíku. Vývoj Elbee probíhá ve firmě ZLKL, s.r.o. od roku 2006.

1.1 Elbee

1.1

Historie

Firem, které se zabývají přestavbou vozidel pro potřeby tělesně postižených je na trhu mnoho. V České republice se jimi zabývá například firma API CZ. Ale s nápadem vytvořit vozidlo přímo pro ně, přišel jako první Ing. Friml v roce 2003. Po schválení svého nápadu Národní radou zdravotně postižených nachází v roce 2004 partnera a nynějšího majitele projektu Ing. Ladislava Brázdila. Designem je pověřen Pavel Hušek. Roku 2006 vzniká maketa a o dva roky později funkční prototyp. Ing. Ladislav Brázdil je zároveň vlastníkem a ředitelem firmy ZLKL, která získala dotace na vývoj a homologaci vozidla Elbee. Název Elbee vznikl na jaře roku 2009. O rok později proběhla homologace. Následně v ZLKL vzniká samostatný vývojový úsek, jehož hlavním představitelem je konstruktér Josef Franc. V současné době probíhají dokončovací práce na posledních detailech, které zajišťují komfortnější jízdu a větší pohodlí cestujících. K zavedení vozidla do hromadné výroby by mělo dojít v nejbližší době [1].

Popis vozidla

Rám Elbee tvoří svařovaná duralová konstrukce. Karoserie je ze sklolaminátu. Místo lakování se používají barevné folie, které si každý zákazník může navrhnout sám. Při volbě pohonu je na výběr ze dvou možností. První je benzínová verze s motorem z motocyklu Piaggio Vespa 300 GTS. Výkon této verze je 12,6 kW, průměrná spotřeba 4,5l/100km. Druhou možností je verze s elektrickým pohonem. Dojezd činí 60 km, plné nabití trvá cca osm hodin. Maximální rychlost je 80 km/h. Brzdění vozidla je zajišťováno kotoučovými brzdami na předních kolech a bubnovými brzdami na zadních kolech, oboje od italského výrobce Comex.

Nastupování do vozidla probíhá předními dveřmi (obr. 1.1-1,2). Přední dveře i výklopná rampa, po které vozíčkář do vozidla najíždí, jsou na dálkové ovládnání. Výhodou Elbee je dostatečný vnitřní prostor. Je možné užití jakéhokoli typu invalidního vozíku, i elektrického. Po njetí do vozidla je nutné upevnit invalidní vozík do speciálního zajišťovacího systému Q'straind QLK-100. Dalším bezpečnostním prvkem jsou bezpečnostní pásy. Pro řidiče je k dispozici čtyřbodový bezpečnostní pás, pro spolujezdce tříbodový bezpečnostní pás. Spolujezdec v Elbee sedí za řidičem. Pokud jede řidič sám, je možné sedačku spolujezdce sklopit a tím zvětšit úložný prostor. Řízení může probíhat třemi způsoby (obr. 1.1-3). Pomocí volantů, řídek jako na motorce nebo tzv. „beranů,“ které bývají na silničních jízdních kolech. Další individualizace jsou možné v umístění elektronického řazení a elektronické ruční brzdy. Vozidlo se nemůže rozjet pokud nejsou dveře zcela zavřené

1. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

a vozík není upevněn na svém místě. Díky malým rozměrům je možné parkovat příčně i v řadě podélně stojících automobilů a s vozíkem vyjet rovnou na chodník.

Technické parametry:

Maximální výkon: 12,6 kW

Maximální rychlost: 80 km/h

Rozměry: délka: 2479 mm, šířka: 1330 mm, výška: 1725 mm

Šířka vnitřního průjezdu: 770 mm

Hmotnost: 400 kg

Motor: Piaggio Vespa 300 GTS

Objem motoru: 300 ccm

Průměrná spotřeba: 4,5 l/100 km

Řidičské oprávnění: B1



Obr. 1.1-1 Pohled zepředu [20]

Obr. 1.1-2 Pohled zezadu - animace [21]



Obr. 1.1-3 Možnosti řízení

1.2 Obdobná vozidla

1.2

V současné době jsou nejznámější dvě obdobná vozidla, které je možné s Elbee porovnávat. Prvním je Kenguru vyvíjené v Texasu a druhým Pratyko vyvíjené v Brazílii.

1.2.1 Kenguru

1.2.1

Jedním z přímých konkurentů Elbee je vozítko stejné kategorie s názvem Kenguru. Kenguru bylo navrženo společností Rehab Ltd. v Maďarsku, která nabízí pomůcky pro osoby se zdravotním postižením již od roku 1915. Další vývoj a následná výroba měli probíhat v Číně, byli však přesunuty do Pflugerville v Texasu. Kenguru je stále ve vývojové fázi, doposud nemá hotové homologace pro silniční provoz.

Rozdílem oproti Elbee je, že Kenguru má pouze elektrický pohon. Na plné nabití baterií, které trvá asi 8 hodin, ujede 70 až 110 km. Na každém zadním kole je jeden bezpřevodový motor s výkonem 2 kW/150Nm, provozním napětím 32 V a napájecím napětím 48 V. Dále je každé kolo vybaveno hydraulickou kotoučovou brzdou. Kenguru má ocelový rám a karoserie je ze sklolaminátu. Nastupování probíhá zadními výklopnými dveřmi na dálkové ovládání a pomocí výklopné rampy. V okamžiku zasunutí klíče do zapalování se rampa začne zvedat a výklopné dveře zavírat. Dokud nejsou dveře zcela zavřené a vozík není upevněn ve správné pozici, není možné se rozjet. Ve vozidle je místo pouze pro řidiče, který sedí na invalidním vozíku. Z důvodu úzkého prostoru ve vozidle je možné použít pouze vozík mechanický, elektrický je pro tento prostor příliš široký. Řízení probíhá pomocí řídicích (obr. 1.2-3), jako u motocyklu. Od roku 2014 bude nabídka rozšířena o možnost řízení pomocí joysticku. Tady by se dalo říci, že má Kenguru oproti Elbee výhodu, ale Evropská legislativa řízení pomocí joysticku nedovoluje. Maximální rychlost je 45 km/h. Díky nízké maximální rychlosti a nízké hmotnosti, která bez baterií činí 350 kg a s bateriemi 550 kg, stačí mít řidičské oprávnění pouze k řízení malého motocyklu [2,3,4].

Technické parametry:

Výkon: 2 kW/Nm

Provozní napětí motoru: 32 V AC

Napájecí napětí: 48 V DC

Maximální rychlost: 45 km/h

Stoupavost: 20%

Rozměry: délka: 2125 mm, šířka: 1620 mm, výška: 1525 mm, rozvor: 1550 mm

Prázdná hmotnost bez řidiče: 550 kg

Prázdná hmotnost bez řidiče a baterie: 350 kg

Maximální povolená hmotnost: 660 kg

Dojezd: 70 – 100 km



Obr. 1.2-1 Pohled zepředu [22]



Obr. 1.2-2 Pohled zezadu [22]



Obr. 1.2-3 Řízení [23]

1.2.2

1.2.2 Pratyko

Dalším obdobným konkurentem Elbee je brazilské vozítko s názvem Pratyko. Autorem nápadu vytvořit toto vozidlo pro postižené je počítačový technik Marcio Henrique David. Spolu se svým vývojovým týmem dali dohromady koncept a roku 2010 vznikl první prototyp vozidla Pratyko. Ve fázi prototypu zůstávají i nadále, výsledný model vozidla by měl být hotov do konce letošního roku.

Rám prvního prototypu byl vytvořen z cínu, ale další modely by měly mít rám ocelový z důvodu pevnosti a odolnosti. Karoserie je jako u Kenguru ze sklolaminátu. Motor Pratyka je z motocyklu o objemu 250 ccm a maximální možná rychlost je 50 km/h. V budoucnu bude nabídka rozšířena o motor o objemu 600 ccm. Maximální rychlost by potom byla 90 km/h.

Nastupování do vozidla probíhá zadními výklopnými dveřmi na dálkové ovládnání, ale rozdíl oproti Elbee a Kenguru je ve způsobu nastupování. U dvou předchozích

1. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

probíhá pomocí výklopné rampy, ale Pratyko je vybaveno elektrickým výtahem (obr. 1.2-5) na dálkové ovládání. Vozíčkář najede s vozíkem na plošinu výtahu a bez jakékoliv námahy je vyzdvihnut do úrovně podlahy vozidla. Plošinu je možné spustit na silnici i na chodník. Prostor v Pratyku je dostatečně široký, takže v něm mohou cestovat i vozíčkáři s elektrickým vozíkem a vzadu je ještě místo pro spolujezdce. Vozík je nutné zafixovat do speciálních pásů. K řízení slouží klasický volant (obr. 1.2-6), řazení probíhá pomocí řadící páky. Dále je vozidlo vybaveno předními kotoučovými a zadními bubnovými brzdami, elektrickými okny, předními a zadními parkovacími senzory, parkovací kamerou a GPS navigací [5,6,7].

Technické parametry:

Výkon: 11 kW

Objem motoru: 250 ccm

Maximální rychlost: 50 km/h

Rozměry: délka: 2600 mm, šířka: 1600 mm, výška: 1550 mm, rozvor: 1300 mm



Obr. 1.2-4 Pohled zepředu [24]



Obr. 1.2-5 Pohled zezadu [24]



Obr. 1.2-6 Řízení [24]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Při vývoji speciálního vozítka Elbee byla jedním z problémů volba druhu převodovky, s ohledem na způsob řazení převodových stupňů. Při volbě byla brána v úvahu tato omezení:

- nemožnost použití spojkového pedálu,
- bezproblémovost ručního řazení i pro osoby s omezenou pohyblivostí horních končetin,
- prostorová omezení (Elbee velikostně odpovídá například automobilu typu Smart Fortwo),
- jednoduchá výroba konstrukčních prvků,
- nízká hmotnost,
- minimální poruchovost,
- přijatelná cena.

Cílem práce je volba převodovky pro speciální vozítka Elbee, s důrazem na výše uvedené požadavky, zejména na jednoduchost řazení převodových stupňů. V následující kapitole jsou uvedeny druhy převodovek dělené dle způsobu řazení převodových stupňů, ze kterých byl prováděn výběr.

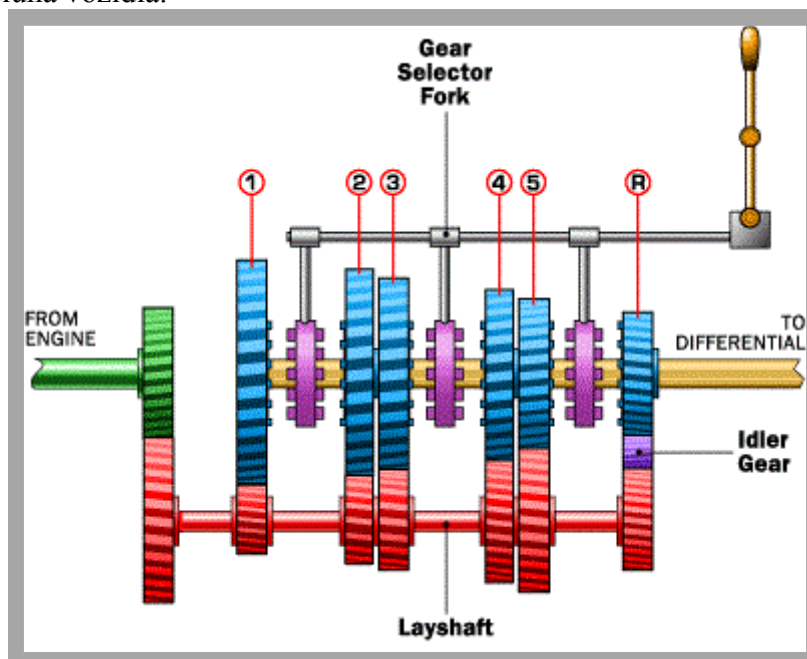
3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Výběr vhodné převodovky probíhal podle různých kritérií. Primárním požadavkem byla jednoduchost úkonu zařazení rychlostního stupně. S ohledem na tento požadavek lze výběr optimálního konstrukčního řešení zaměřit na konvenční dělení převodovek a již z něj vybrat to nejvhodnější. Toto dělení je následující:

- manuální převodovka,
- poloautomatická převodovka,
- automatická převodovka.

3.1 Manuální převodovka

Manuální převodovka (obr. 3.3-1) je druh vícestupňové převodovky používaný u motorových vozidel. U manuální převodovky rozhoduje o zařazení rychlostního stupně obsluha vozidla.



Obr. 3.1-1 Manuální převodovka schéma [25]

3.1.1 Ovládání

K ovládání manuální převodovky v automobilech slouží spojkový pedál a řadicí páka. U motocyklů je spojka ovládána páčkou na rukojeti řidítek a k řazení rychlostních stupňů slouží řadicí páka ovládaná nohou. U klasické manuální převodovky v automobilu je tedy možné zařadit kdykoliv jakýkoliv rychlostní stupeň, u motocyklů však můžeme zařadit vždy pouze o jeden stupeň vyšší nebo o jeden stupeň nižší rychlost. S postupným řazením rychlostních stupňů můžeme setkat

i u některých, většinou závodních, automobilů. Převodovka tohoto typu se potom nazývá sekvenční manuální převodovka.

Vozidla s manuální převodovkou využívají v případě potřeby řazení rychlostních stupňů spojku. Spojka slouží k přenosu kroutícího momentu z motoru do převodovky.

V automobilech je spojka ovládána spojkovým pedálem. Při zcela sešlápnutém pedálu spojky není točivý moment z motoru přenášen do převodovky. V tomto stavu je možné řadit rychlostní stupně. Pokud je pedál spojky zcela volný, všechny točivý moment z motoru je přenášen do převodovky. V tomto stavu není možné řadit rychlostní stupně [10].

K řazení rychlostních stupňů slouží řadicí páka. U klasické manuální převodovky se na řadicí páce většinou setkáváme s tzv. H-vzorem. Na obrázku je uvedeno schéma pro pěti stupňovou manuální převodovku. Jednotlivá čísla udávají rychlostní stupně, písmeno R reverz, neboli zpátečku, N neutral.

3.1.2

3.1.2 Porovnání vlastností

Výhody:

- kontrola nad vozidlem
- nižší hmotnost, cena, náchylnost k poruchám, náklady na opravy (v porovnání s automatickou převodovkou)
- hospodárnější provoz při správné jízdě (menší ztráty pohonné energie než u automatických převodovek)

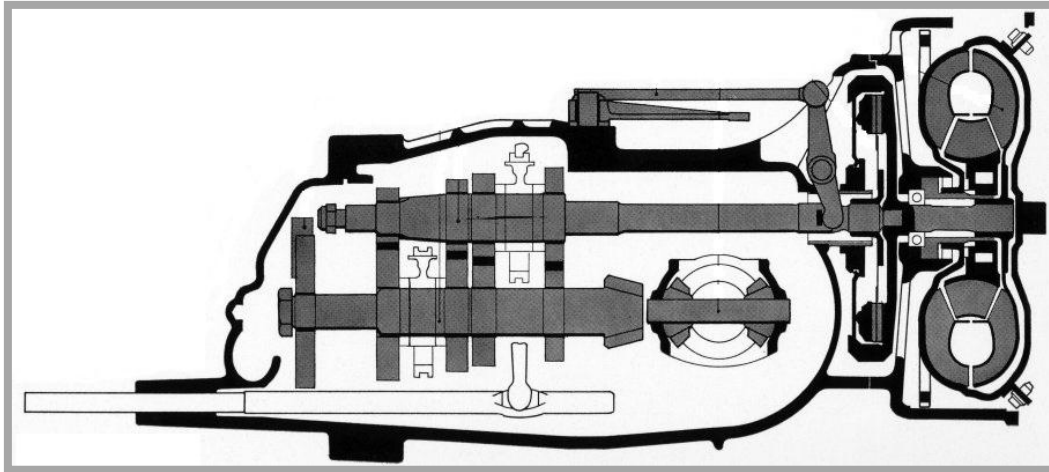
Nevýhody:

- menší pohodlí například při jízdě v kolonách
- zvyšování spotřeby při nešetrné jízdě [8,9]

3.2

3.2 Poloautomatická převodovka

Poloautomatická převodovka (obr. 3.2-1) je druh vícestupňové převodovky používaný v automobilech. O zařazení rychlostního stupně zde rozhoduje obsluha vozidla. Rozdílem oproti manuální převodovce je, že řazení probíhá bez použití spojkového pedálu, tento úkon je vykonáván elektronickým mechanismem.



Obr. 3.2-1 Poloautomatická převodovka schéma [26]

3.2.1 Ovládání

3.2.1

Poloautomatická převodovka je ovládána pouze řadící pákou nebo pádky pod volantem.

Řadící páka vypadá jako u manuální převodovky. Rozdíl je v tom, že neřadíme podle H-vzoru jako u manuální převodovky, ale řadíme pouze pohybem dopředu na vyšší rychlostní stupeň nebo pohybem dozadu na nižší rychlostní stupeň. Tento princip řazení rychlostních stupňů je stejný jako u motocyklů.

Na řadících pádkách volíme jen plus při řazení vyššího rychlostního stupně nebo minus při řazení nižšího rychlostního stupně.

Jak u řadící páky, tak u pádek pod volantem je tedy možné zařadit pouze o jeden stupeň vyšší nebo o jeden stupeň nižší rychlostní stupeň.

U poloautomatických převodovek není potřeba užití spojkového pedálu. Spojka je v tomto případě ovládána elektronickým zařízením. Toto elektronické zařízení pomocí senzorů a snímání rychlosti dokáže rozpoznat, jaký rychlostní stupeň bude nejspíše následovat. Díky tomu je řazení rychlostních stupňů velmi rychlé [11].

Poloautomatickou převodovku používá například Bugatti Veyron nebo vozy Formule 1.

3.2.1

3.2.2 Porovnání vlastností

Výhody:

- řazení rychlostních stupňů v řádech milisekund, mnohem rychlejší v porovnání s manuální převodovkou
- většinou možnost i plně automatického řazení
- lepší soustředěnost řidiče na jízdu

Nevýhody:

- vyšší cena než u manuální převodovky
- vyšší náklady při opravách
- složitější konstrukce [9]

3.3

3.3 Automatická (samočinná) převodovka

Automatická převodovka je druh převodovky používaný v motorových vozidlech. U automatické převodovky obsluha vozidla neřadí rychlostní stupně. Řazení rychlostních stupňů nebo změna převodových poměrů jsou vykonávány automaticky. Jízda vozidlem s automatickou převodovkou je na ovládání nejjednodušší, proto nás bude zajímat nejvíce.

3.3.1

3.3.1 Ovládání

Vozidla s automatickou převodovkou nemají spojku. Místo spojky mají tzv. hydrodynamický měnič točivého momentu, který se skládá ze dvou turbínových kol. Tento systém je vyplněn olejem. Při jízdě je monitorována rychlost vozidla a zatížení motoru. Podle toho elektronická řídicí jednotka převodovky volí nejvhodnější převodový stupeň.

Automatická převodovka je ze strany řidiče ovládána pouze volicí pákou. Volící páka je umístěna jako řadící páka u manuální převodovky na podlaze nebo na středovém panelu. Volící pákou řidič volí pouze jízdní režimy. Jízdní režimy jsou označeny písmeny D, N, R, P.

D (drive)

Režim „D“ umožňuje vozidlu pohyb vpřed. V tomto režimu je možné využití všech převodových stupňů (v současné době je nejčastěji nabízena šesti stupňová automatická převodovka).

N (neutral)

Při režimu „N“ dojde k přerušení přenosu točivého momentu z motoru.

R (reverse)

Režim „R“ umožňuje vozidlu pohyb vzad. Pro zařazení zpětného chodu je u většiny druhů automatických převodovek nutné nejprve úplně zastavit vozidlo.

P (park)

Režim „P“ je tzv. parkovací režim. Při tomto režimu dojde k mechanickému zablokování výstupní hřídele z převodovky. Nemůže tedy dojít k přenosu točivého momentu na kola. Samovolně se však vozidlo například při stání na šikmé ploše rozjet může. V tomto případě je tedy nutné zároveň použít i ruční brzdu.

3.3.2 Druhy automatických převodovek

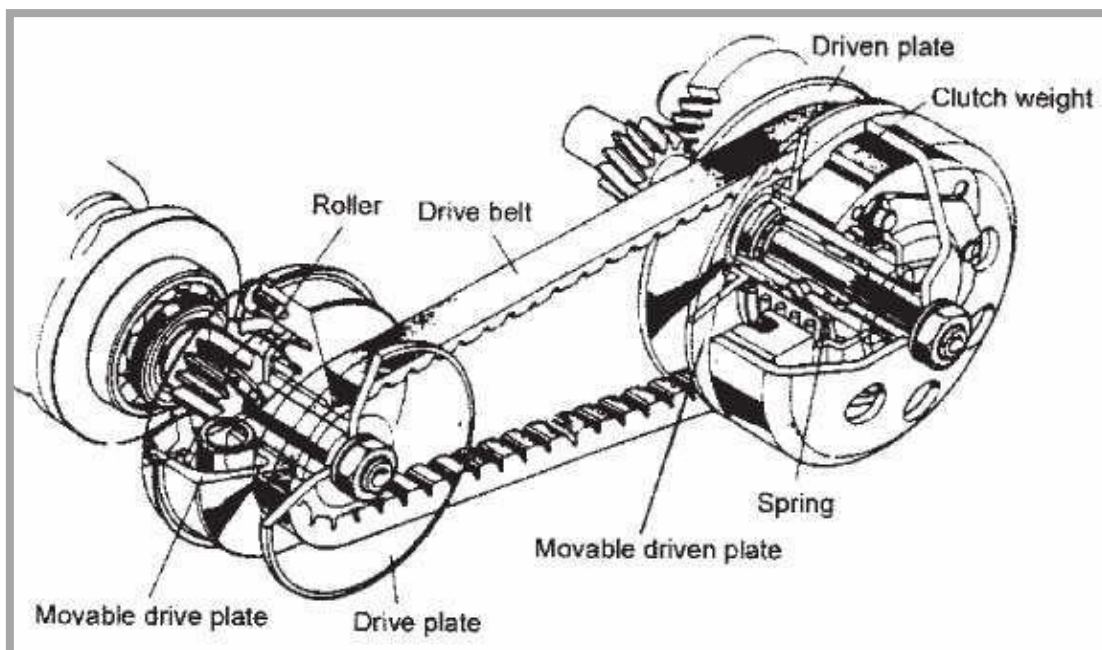
Variátor

Variátor (obr. 3.3-1) je druh automatické převodovky využívaný nejčastěji u silničních skútrů, ale i u některých druhů automobilů. U variátoru dochází k plynulé změně převodových stupňů, v angličtině „continuously variable transmission“, často je proto označován zkratkou CVT.

U variátoru používaného u skútrů nedochází k žádnému řazení rychlostních stupňů. Vše je ovládáno zcela automaticky.

Řídicí sestava je tvořena soustavou variátoru, která je umístěna na klikovém hřídeli a řízenou řemenicí, která se nachází u odstředivé spojky. Řemenice variátoru i spojky jsou tvořeny dvěma „talíři“, mezi kterými se nachází řemen variátoru. Při jízdě dochází k přibližování a oddalování „talířů“, mění se tedy průměry řemenic a zároveň převodové stupně.

Odstředivá spojka slouží pouze k rozjíždění. Po nastartování motoru se spojka začne točit zároveň s řemenem a řemenicemi. Se zvyšujícími se otáčkami odstředivá síla překoná sílu pružin, spojkové čelisti začnou tlačit na buben spojky a hřídel zadního kola se začne točit. Další řazení zajišťuje pouze variátor [12,13].



Obr. 3.3-1 Variátor schéma [27]

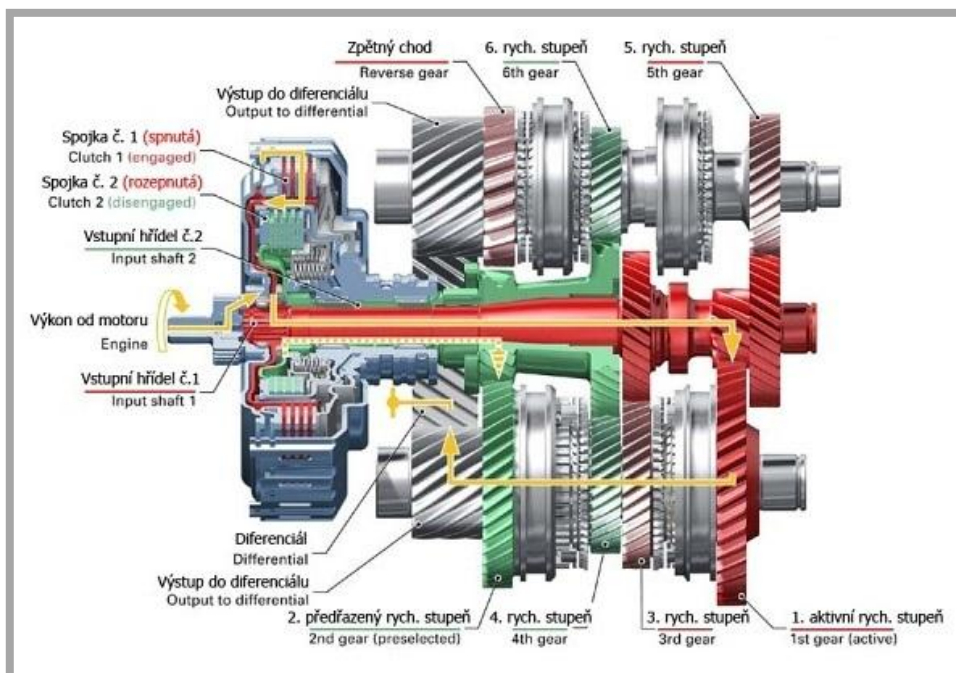
Převodovka DSG

Převodovka DSG (obr. 3.3-2) je druh automatické převodovky s možností manuálního řazení rychlostních stupňů. Zvláštnost DSG převodovky spočívá ve dvou spojkách, je to tzv. „dvouspojková převodovka.“

Pokud je převodovka v automatickém režimu, řadíme stejně jako u automatické převodovky. Tedy pouze pohyb dopředu, neutral a pohyb dozadu. Převodovku lze

nastavit do sportovního režimu, kdy dochází k ostřejšímu řazení rychlostních stupňů a do manuálního režimu, kdy řadíme sekvenčně.

Převodovka DSG obsahuje dvě spojky. Jedna slouží k řazení prvního, třetího a pátého převodového stupně a zpátečky, druhá slouží k řazení druhého, čtvrtého a šestého převodového stupně. Řazení probíhá velmi rychle, trvá cca 0,3 až 0,4 s. Je to způsobeno tím, že například při rozjezdu, kdy je zařazený první převodový stupeň, na druhé spojce je už zařazen druhý. Při dosažení optimálních otáček je pouze postupně vypínána první spojka a zároveň zapínána druhá spojka. Stejně to funguje i při klesající rychlosti. Například, když auto jede na pátý převodový stupeň a začne zpomalovat, je již připraven čtvrtý převodový stupeň [14,15].



Obr. 3.3-2 Převodovka DSG schéma [28]

3.3.3

3.3.3 Porovnání vlastností

Výhody:

- jednoduché ovládání
- nedochází k přetáčení motoru, po stejném počtu najetých kilometrů je motor s automatickou převodovkou v lepším stavu než motor s manuální převodovkou
- rychlejší zařazení rychlostních stupňů

Nevýhody:

- větší spotřeba, zejména u starších typů
- vyšší cena a náklady na opravy, hmotnost
- omezená životnost (cca 250 tisíc km) [8]

3.4 Shrnutí

Z uvedených druhů převodovek se jako nejvhodnější druh jeví automatické převodovky. U automatických převodovek je řadící páka využívána nejméně, to znamená pro uživatele nejjednodušší ovládání. Z automatických převodovek byla vybrána převodovka typu variátor. Výhodou variátoru je kromě jednoduchosti ovládání i možnost užití v kombinaci s motorem ze silničního skútru. Nevýhodou je, že u variátoru není možnost zařazení pohybu dozadu. Proto musel být doplněn ještě jednou převodovkou, která slouží k volbě směru pohybu – vpřed, vzad.

4 OPTIMÁLNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Tato kapitola obsahuje řešení elektronického řazení pro vozidlo Elbee. První část se věnuje výběru nejvhodnější převodovky. Ve druhé části je provedeno doplnění převodové soustavy ještě jedním typem převodovky. Ve třetí části je vyřešen problém, který se vyskytl v průběhu testování navrženého modelu.

4.1 Výběr převodovky

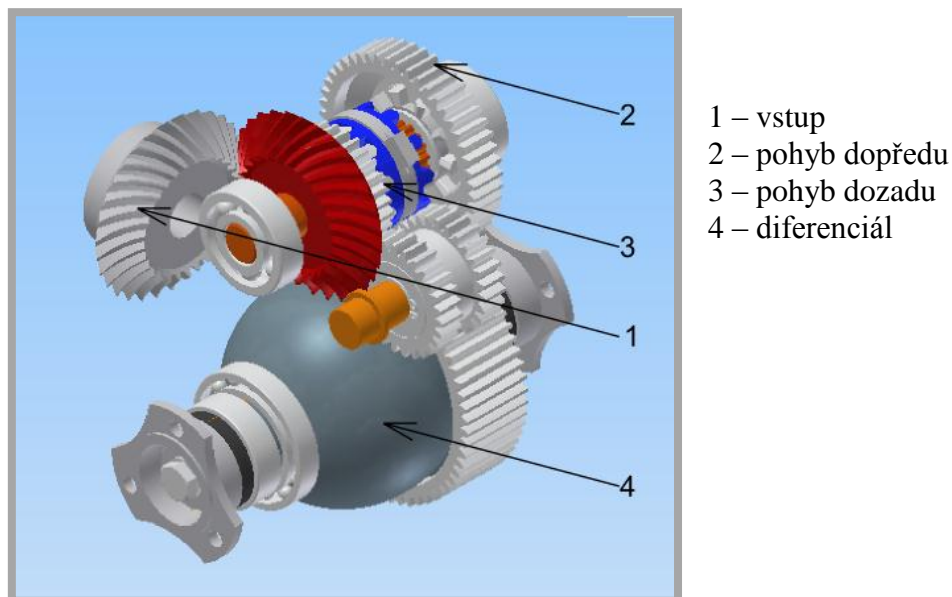
S ohledem na kladené požadavky je vybrána automatická převodovka typu variátor v kombinaci s motorem ze silničního skútru Piaggio Vespa 300 GTS.

Výhody variátoru jsou:

- jednoduchost ovládání,
- nízká hmotnost,
- nízká cena,
- možnost použití i pro motor s výkonem do 15 kW.

4.2 Převodová soustava

Při samostatném použití daného variátoru by však byl možný pouze pohyb vozidla dopředu. Tento problém byl vyřešen přidáním převodovky Comex, dále jen „převodovky“, která se nachází za variátorem. Tato převodovka umožňuje řazení pohybu dopředu, neutralu a pohybu dozadu.



Obr. 4.2-1 Část převodového mechanismu převodovky Comex

Popis konstrukce

U dané převodové soustavy je možné řazení pohybu dopředu, neutralu a pohybu dozadu. Tyto úkony vykonává převodovka. O plynulé řazení rychlostních stupňů se stará variátor. Princip činnosti variátoru byl popsán v minulé kapitole, proto tady nebude detailně rozebírán.

Při zařazení pohybu dopředu je kroutící moment z motoru přenášen přes variátor do převodovky. Poté přes ozubené soukolí dále na diferenciál a kola. V této situaci může jet vozidlo stejnou maximální rychlostí, jako kdyby využívalo pouze variátor.

Při zařazení pohybu dozadu vše probíhá stejně. Rozdíl je pouze v tom, že v převodovce je pro tento pohyb navíc jeden mezipřevod, kvůli kterému je maximální rychlost couvání o něco nižší (maximálně 60 km/h).

4.3 Návrh přídavného mechanismu

4.3

Při testování převodové soustavy se vyskytly dva velké nedostatky. Prvním bylo neúplné zařazení převodového stupně, kdy do sebe převodová kola dokonale nezapadla a druhým samovolné vyřazení převodového stupně v průběhu jízdy. Proto bylo nutné navrhnout přídavný mechanismus, který by těmto problémům zabraňoval.

4.3.1 Princip činnosti přídavného mechanismu

4.3.1

Řazení probíhá pomocí třípolohového přepínače. První poloha je pro pohyb dopředu, druhá poloha pro neutral a třetí poloha pro pohyb dozadu.

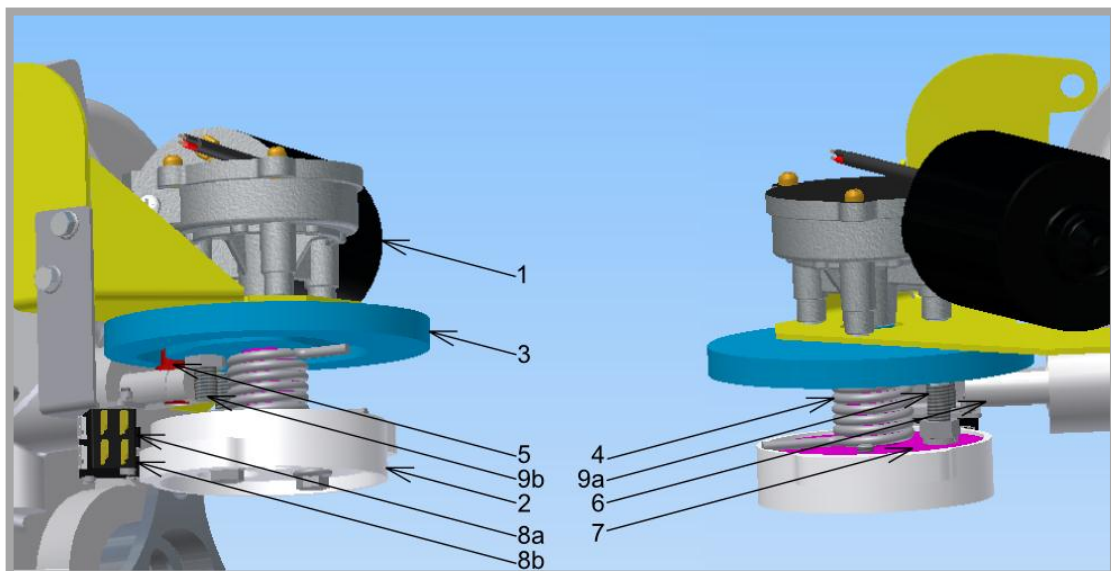
Při zařazení pohybu dopředu sepne motorek (1), který je pevně spojen s kolem snímače polohy řazení (7) a s kolem ovládání relátek (2). Při otáčení začne být zkrutná pružina (4) ve spodní části stlačována šroubem (9a), v horní části zkrutná pružina (4) přes šroub (9b) otáčí kulisu řazení (4). V kulise řazení (3) se pohybuje čep řadící tyče převodovky (5). Čep řadící tyče převodovky (5) je zalisován v ovládací tyči převodovky (6) a při pohybu čepu v kulise řazení (4) dojde k zasunutí ovládací tyče převodovky (6) do převodovky. Osa čepu řadící tyče převodovky (5) je ve stejné rovině jako osa kulisy řazení (3) a to zejména kvůli odolávání rázům z převodovky a případnému samovolnému vyřazení převodového stupně. Jakmile je soustava ve správné pozici, kolo ovládání relátek (2) vypne spodní spínač (8b), který vypne motorek (1). Pokud nedojde k zařazení rychlosti, je nutné přidat trochu plynu, zkrutná pružina (4) dotlačí kulisu řazení (3) do správné polohy a potom je rychlost zařazena.

Zařazení pohybu dozadu má stejný princip jako zařazení pohybu dopředu. Otočením přepínače do polohy pro pohyb dozadu, sepne motorek (1) a začne otáčet kolem snímače pro polohy řazení (7) a s kolem ovládání relátek (2). Otáčení probíhá ve stejném směru jako při zařazení pohybu dopředu. Prvním rozdílem oproti řazení pohybu dopředu je, že při pohybu čepu řadící tyče převodovky (5) v kulise řazení (3) je ovládací tyč (6) vysunuta z převodovky. Druhým rozdílem je vypínání motoru (1), které probíhá pomocí horního spínače (8a).

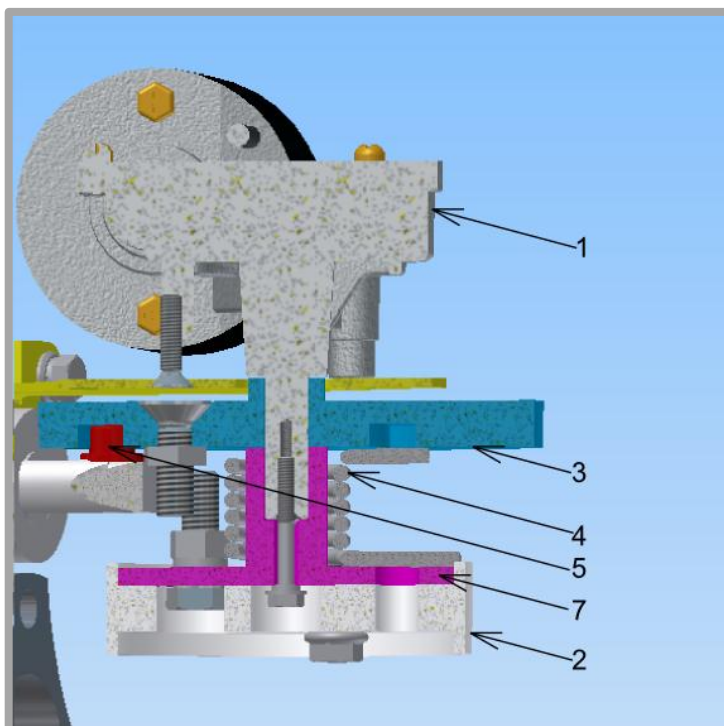
Zařazení neutralu má také stejný princip. Prvním rozdílem je poloha čepu řadící tyče převodovky (5), který se pohybuje v kulise řazení (3) v oblasti mezi částí profilu pro

pohyb dopředu a částí profilu pro pohyb dozadu. Druhým rozdílem je vypnutí motorku (1), ke kterému tentokrát slouží oba spínače (8a,8b).

Z bezpečnostních důvodů je na zadní nápravě nainstalován sensorický snímač pohybu. Pokud vozidlo couve a omylem dojde k zařazení pohybu dopředu, nic se nestane. Teprve až vozidlo zastaví, je možné zařadit pohyb dopředu. Stejně to funguje i naopak. Snímač pohybu má i jiné funkce. Například není možné otevřít dveře za jízdy.



Obr. 4.3-1 Schéma přidavného mechanismu

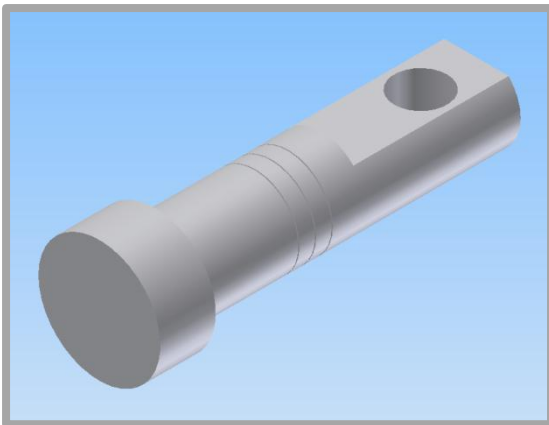


- 1 – motorek
- 2 – kolo ovládání relátek
- 3 – kulisa řazení
- 4 – zkrutná pružina
- 5 – čep řadicí tyče převodovky
- 6 – ovládací tyč
- 7 – kolo snímače polohy řazení
- 8a, 8b – elektrospínač
- 9a, 9b – šrouby stlačující pružinu

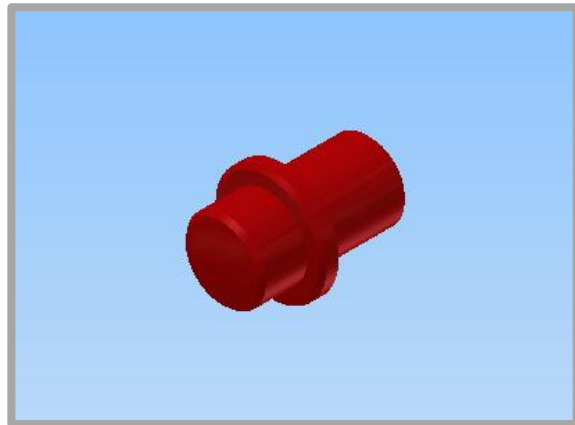
Obr. 4.3-2 Řez přidavného mechanismu

4.3.2 Konstrukce přídavného mechanismu

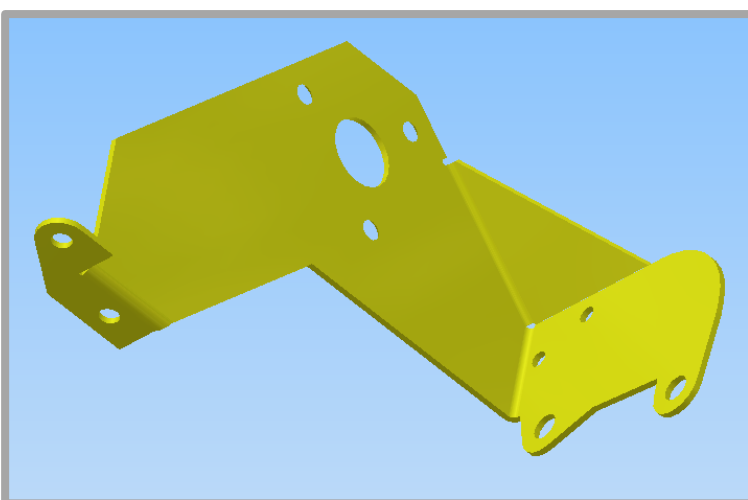
Přídavný mechanismus se skládá z deseti hlavních součástí. Mezi nakupované díly patří elektromotor a dva elektrospínače. Vyráběné součásti jsou čep převodovky (obr. 4.3-3), čep řadící tyče převodovky (obr. 4.3-4), držák motorku řazení (obr. 4.3-5), držák relátek (obr. 4.3-6), kolo ovládání relátek (obr. 4.3-7), kolo snímače polohy řazení (obr. 4.3-8), kulisa řazení (obr. 4.3-9) a zkrutná pružina (obr. 4.3-10). Tyto součásti si firma ZLKL vyrábí sama. Většina součástí je z běžné konstrukční oceli typu S 235 JRG 2 (11 375), další z oceli typu 16MnCr5 (14 220). Jedinou výjimkou je kolo ovládání relátek, které je vyrobeno z plastu. Plast byl použit z důvodu jednoduššího obrábění, lepších stykových vlastností, nižší hmotnosti a ceny. Všechny tyto součásti jsou vyráběny na CNC obráběcích centrech. V sestavě přídavného mechanismu se také nachází dvě součásti z plechu. Plech je z materiálu S 355 JO (11 523). Plechové součásti jsou vyráběny na speciálních lisech.



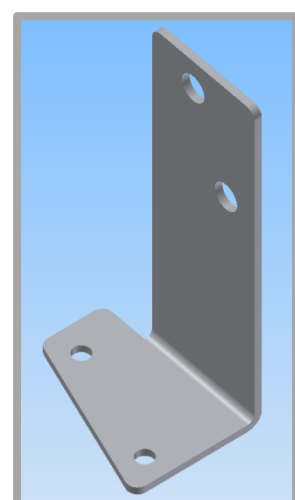
Obr. 4.3-3 Čep převodovky



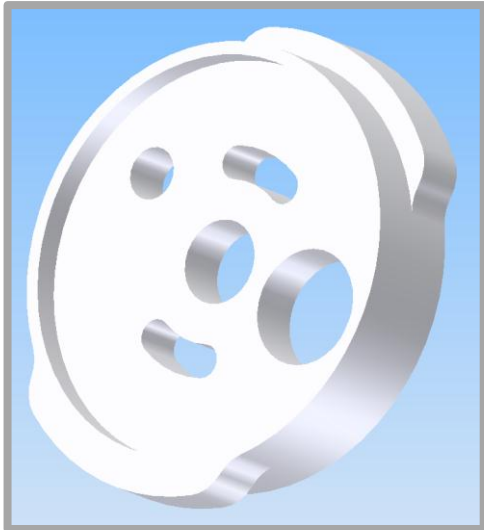
Obr. 4.3-4 Čep řadící tyče převodovky



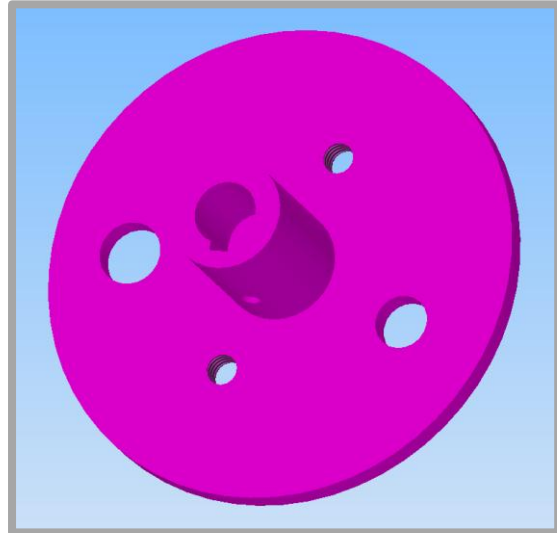
Obr. 4.3-5 Držák motorku řazení



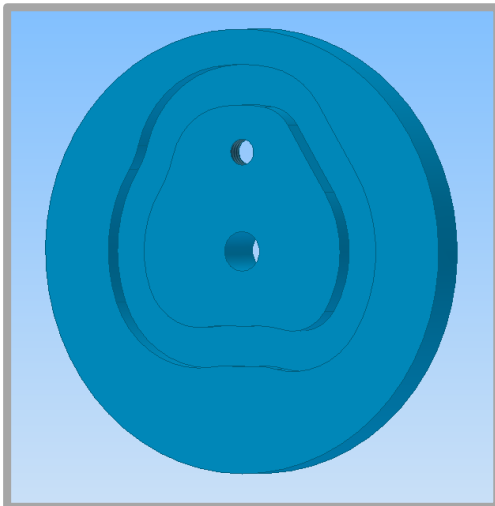
Obr. 4.3-6 Držák relátek



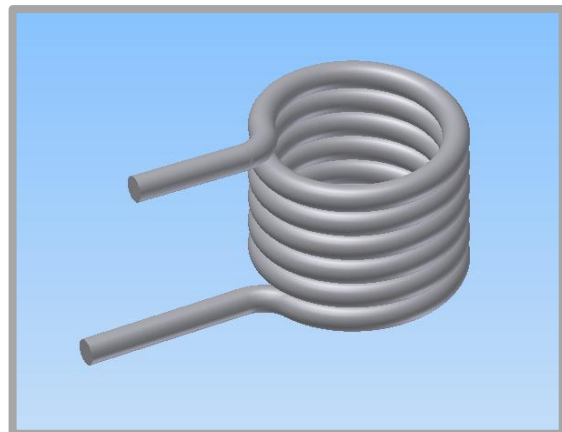
Obr. 4.3-7 Kolo ovládání relátek



Obr. 4.3-8 Kolo snímače polohy řazení



Obr. 4.3-9 Kulisa řazení



Obr. 4.3-10 Zkrutná pružina

4.3.3

4.3.3 Návrh a výpočet zkrutné pružiny

Zajímavým prvkem sestavy přídavného mechanismu je zkrutná pružina. Zkrutná pružina je vyrobena z pružinové oceli typu 54SiCr6 (14 260). Požadovaných vlastností materiálu bylo dosaženo zušlechtěním.

Návrh a výpočet zkrutné pružiny byl proveden dvěma způsoby. Prvním způsobem byl výpočet dle normy ČSN 02 6008. Druhým způsobem byl návrh a výpočet v programu Autodesk Inventor Professional 2013 pomocí aplikace Design Accelerator.

Výpočet zkrutné pružiny dle normy ČSN 02 6008

Pro daný mechanismus byly zadány tyto hodnoty:

$$M_1 = 1N \cdot m^{-1}$$

$$M_8 = 3,75N \cdot m^{-1}$$

$$\varphi_h = 127^\circ$$

$$F_8 = 150N$$

$$R_1 = 25mm$$

$$R_2 = 23mm$$

$$\sigma_{Dmo} = 1200MPa$$

$$E = 78500MPa$$

a přibližná hodnota $D_1 = 19mm$

Je zvolena hodnota D a $i (= D/d)$

$$D = 26mm \quad i = 75$$

a předběžně se stanoví hodnota

$$K_0 = \frac{i}{i - 0,75} = \frac{7,5}{7,5 - 0,75} = 1,11$$

Předběžně se zvolí hodnota σ_{08} .

$$\sigma_{08} = 1000MPa$$

Výpočet

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_8K_0}{\pi\sigma_{08}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3,75Nm \cdot 1,11}{\pi \cdot 1000 \cdot 10^6Pa}} = 3,49 \cdot 10^{-3}m$$

$$\text{kde } M_8 = F_8 R_1 = 105N \cdot 0,025m = 3,75N \cdot m$$

Určí se nejbližší vyšší normalizovaný průměr drátu ($d = 3,5 \cdot 10^{-3}m$)

Kontrola, odpovídá-li napětí v činných závitech

$$\sigma_{08} = \frac{32M_8K_0}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 3,75Nm \cdot 1,11}{\pi \cdot 0,0035^3} = 980 \cdot 10^6Pa$$

$$K_0 \text{ pro: } i = \frac{D}{d} = \frac{0,026m}{0,0035m} = 7,43$$

$$K_0 = \frac{i}{i - 0,75} = \frac{7,43}{7,43 - 0,75} = 1,11$$

Kontrola, odpovídá-li napětí v místě ohybu na opěrném rameni

$$\sigma_{08}' = \frac{32M_8K_0}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 3,75Nm \cdot \frac{4}{3}}{\pi \cdot d \cdot 0,0035^3 m^3} = 1187,9MPa$$

$$K_0 \text{ pro: } i = 2 \frac{r}{d} + 1 = 3$$

$$K_0 = \frac{i}{i - 0,75} = \frac{3}{3 - 0,75} = \frac{4}{3}$$

Výpočet

$$\varphi_8 = \frac{M_8}{k_\varphi} = M_8 \frac{\varphi_h}{M_8 - M_1} = 3,75Nm \frac{127^\circ}{3,75Nm - 1Nm} = 173,18^\circ$$

Kontrola, odpovídá-li úhlová výchylka φ_9 podmínce čl. 23:

$$\varphi_9 \leq \varphi_{max}$$

kde φ_{max} se stanoví vzhledem k napětí v činných závitech σ_{08} zjištěnému dle bodu b)

$$\varphi_{max} = \varphi_8 \frac{\sigma_{Dmo}}{\sigma_{08}} = 172,64^\circ \cdot \frac{1200 \cdot 10^6 Pa}{980 \cdot 10^6 Pa} = 211,4^\circ$$

$$\begin{aligned} \varphi_9 &= \frac{3660M_8(\pi Dn + \frac{R_1}{3} + \frac{R_2}{3})}{\pi E d^4} \\ &= \frac{3660 \cdot 3,75Nm \cdot (\pi \cdot 0,026m \cdot 5,59 + \frac{0,025m}{3} + \frac{0,023m}{3})}{\pi \cdot 78,5 \cdot 10^9 Pa \cdot 0,0035^4 m} = 175,27^\circ \end{aligned}$$

$175,27^\circ \leq 211,4^\circ$ - úhlová výchylka φ_9 odpovídá podmínce čl. 23

Kontrola, odpovídá-li úhlová výchylka φ_9 obdobné podmínce

$$\varphi_9 \leq \varphi_{max}'$$

$$\varphi_{max}' = \varphi_8 \frac{\sigma_{Dmo}'}{\sigma_{08}} = 173,18^\circ \cdot \frac{1200 \cdot 10^6 Pa}{1187,9 \cdot 10^6 Pa} = 174,94^\circ$$

$$\varphi_9 = 175,27^\circ$$

Rozdíl mezi φ_9 a φ_{max}' je pouze $0,33^\circ$. V tomto případě můžeme podmínku považovat za splněnou.

Výpočet

$$n = \frac{\pi \varphi_8 E d^4 - 1220 M_8 R_1}{3660 \pi D M_8}$$

$$n = \frac{\pi \cdot 173,18^\circ \cdot 78,5 \cdot 10^9 Pa \cdot 0,0035^4 m - 1220 \cdot 3,75Nm \cdot 0,025m}{3600 \cdot \pi \cdot 0,026m \cdot 3,75Nm} = 5,7$$

Kontrola, odpovídá-li průměr (při úhlové výchylce φ_9 ve smyslu svinování)

$$D_{2\varphi_9} = \frac{D_2}{1 - \frac{\varphi_9}{360n}} = \frac{0,021m}{1 + \frac{175,27^\circ}{360 \cdot 5,59}} = 0,0193m$$

Kontrola, odpovídá-li v případě, že závity budou k sobě přiléhat, délka

$$l_z = 1,05(n + 1)d = 1,05 \cdot (5,7 + 1) \cdot 0,0035m = 0,0246m$$

Zvolí-li se např. vzhledem k délce pouzdra, délka l_z při stejné hodnotě n a d větší než vypočítaná podle bodu i), takže mezi závity bude vůle, vykoná se kontrola, vyhovuje-li rozteč

$$t = \frac{l_z - d}{n} = \frac{0,0246m - 0,0035m}{5,7} = 0,0037m$$

Jelikož je rozteč závitů větší pouze o $0,0002$ m než průměr závitu, můžeme tento rozdíl zanedbat a považovat závity pružiny za přiléhající. [16,17]

Výpočet pružiny programem Autodesk Inventor Professional 2013

Výpočet pružiny programem Autodesk Inventor Professional 2013 je proveden v příloze 1.

Porovnání výpočtů

Drobné odchylky jednotlivých výsledků jsou způsobeny například zaokrouhlováním při výpočtu dle normy nebo metodou korekce při výpočtu pomocí programu. Tyto odchylky jsou zanedbatelné.

Pružina byla vyrobena dle návrhu v programu Autodesk Inventor Professional 2013 a po prvních zkouškách funkčnosti funguje bez potíží.

5 **5 DISKUZE**

Cílem této bakalářské práce bylo navržení jednoduchého řadicího mechanismu vozidla pro tělesně postižené s názvem Elbee. Byla navržena řadicí soustava skládající se z automatické převodovky typu variátor a převodovky Comex. Při testování se objevily nedostatky této řadicí soustavy, proto byl navržen tzv. přídatný mechanismus. Řazení převodových stupňů je jednoduché, probíhá otočením páčky. Cena a hmotnost převodové soustavy jsou vyhovující. Po prvních testovacích kilometrech převodová soustava funguje bez potíží.

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navržení řadícího mechanismu vozidla pro tělesně postižené Elbee. Hlavními požadavky byla jednoduchost ovládání, minimální poruchovost, nízká hmotnost a cena.

Úvodní část se zabývá průzkumem trhu vozidel dané kategorie. Následuje popis nalezených vozidel a jejich porovnání s vozidlem typu Elbee.

V části zabývající se rozdělením převodovek dle způsobu řazení rychlostních stupňů jsou uvedeny popisy daných převodovek s ohledem právě na způsob řazení. Dále jsou vždy uvedeny kladné a záporné vlastnosti dané převodovky. Na základě těchto popisů a uvedených vlastností byl proveden výběr nejvhodnější převodovky.

Poslední část se zabývá samotným řešením daného problému. Pro vozidlo Elbee byla vybrána automatická převodovka typu variátor. Variátor byl doplněn převodovkou italské firmy Comex, která umožňuje řazení pohybu vpřed a vzad. Problémy, které se vyskytly v průběhu testování, neúplné zařazení převodového stupně a samovolné vyřazení převodového stupně, byly vyřešeny navrženým přídatným mechanismem. Přídatný mechanismus mimo jiné obsahuje zkrutnou pružinu. Návrh a výpočet zkrutné pružiny byly provedeny dvěma způsoby, nejprve byl proveden výpočet dle normy a poté ještě návrh v programu Inventor. Pružina byla nakonec vyrobena dle návrhu v programu Inventor. Ostatní součásti přídatného mechanismu jsou jednoduché a na výrobu nenáročné.

Převodový mechanismus splňuje kladené požadavky – jednoduché ovládání, konstrukce, výroba, nízká hmotnost a pořizovací cena. Byly provedeny první testovací jízdy, při kterých se neobjevily žádné nedostatky této soustavy. Zadání bakalářské práce bylo splněno.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ELBEE, *Historie*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.elbee.cz/elbee/historie/>.
- [2] GREENCAR, *Kenguru Car Aims at Improving Mobility*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.greencar.com/articles/kenguru-car-aims-improving-mobility.php>.
- [3] KENGURU CAR, *Technical specifications*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.kenguru-car.com/kenguru_technical_specifications.html.
- [4] KENGURU, *Tech/specifications*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.kengurucars.com/tech.html>.
- [5] VIDA MAIS LIVRE, *Pratyko, o carro desenvolvido para pessoas com deficiência física*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://vidamaislivre.com.br/noticias/noticia.php?id=3192&pratyko_o_carro_de_senvolvido_para_pessoas_com_deficiencia_fisica.
- [6] PRATYKO, *Especificações Técnicas*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.pratyko.com.br/www2/main_2.php?conexao=e1e528b0413e98240317279e307b2924&zona=6.
- [7] PRATYKO, *Equipamentos*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.pratyko.com.br/www2/main_2.php?conexao=69e7aee3d1cd90198b27063e93ddf958&zona=6.
- [8] NAŠE INFO, *Manuální nebo automatickou převodovku?*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.naseinfo.cz/auto-moto/manualni-nebo-automatickou-prevodovku>.
- [9] TOP DRIVE, *Manuální vs. poloautomatická převodovka*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.topdrive.cz/clanky/manualni-vs-poloautomaticka-prevodovka/>.
- [10] CORSA CLUB, *Čo to je a jako funguje spojka*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.corsaclub.sk/articles/details.aspx?id=7>.
- [11] ZÁKRUT, *Sekvenční převodovka*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.zakruta.cz/slovník-pojmu/pojem/sekvenčni-prevodovka>.
- [12] SCOTLAND, *Jak funguje variátor*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.scotland.cz/scooter-tuning-jaknato/jak-funguje-variator/>.
- [13] AUTOLEXICON, *CVT Continuously variable transmission*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://cs.autolexicon.net/articles/cvt-continuously-variable-transmission/>.
- [14] AUTOLEXICON, *Převodovka DSG*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://cs.autolexicon.net/articles/prevodovka-dsg/>.
- [15] AUTO, *Převodovka DSG, podrobný popis*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.auto.cz/prevodovka-dsg-podrobny-popis-16887>.
- [16] ČSN 02 6008. *Šroubovité pružiny válcové zkrutné z drátu a tyčí kruhového průřezu tvářené za studena*. Praha: Vydavatelství ÚNM, 1978.
- [17] ČSN 02 6009. *Šroubovité pružiny válcové zkrutné z drátu a tyčí kruhového průřezu tvářené za studena*. Praha: Vydavatelství ÚNM, 1979.
- [18] SVOBODA, P., KOVÁŘÍK, R., BRANDEJS, J. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 186 s. ISBN: 80-7204-212-2.

- [19] SVOBODA, P. aj. *Základy konstruování*. Výběr z norem pro konstrukční cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 288 s. ISBN: 80-7204-214-9.
- [20] ELBEE, *Fotogalerie*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.elbee.cz/elbee/fotogalerie/?album=1&gallery=9>.
- [21] ELBEE, *O Elbee*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.elbee.cz/elbee/o-elbee/>.
- [22] KENGURU CAR, *Kenguru Car 2009*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.kenguru-car.com/kenguru_pictures.html.
- [23] KENGURU, *Photo gallery*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z [http://www.kenguru.com/photos#procyonPhoto\[mixed\]/3/](http://www.kenguru.com/photos#procyonPhoto[mixed]/3/).
- [24] PRATYKO, *Fotos pratyko e da equipe mao na roda*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.pratyko.com.br/www2/main_2.php?conexao=bd5fe1fab05ae7fa6f2b2b2fe639bbc7&zona=10.
- [25] HOW STUFF WORKS, *How manual transmissions work*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.howstuffworks.com/transmission4.htm>.
- [26] CARTECC, *Semi Automatic Transmission*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z http://www.kfz-tech.de/Programme/GGBild.htm?Bilder_Kfz-Technik_Automatikgetriebe_Sportomatic02.jpg.
- [27] SCOOTNASHVILLE, *What's going on down here*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://www.scootnashville.com/archives/1433>.
- [28] AUTOLEXICON, *Převodovka DSG*. [ONLINE]. [vid. 2013-04-24]. Dostupné z <http://cs.autolexicon.net/articles/prevodovka-dsg/>.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

π [-]	– Ludolfovo číslo
σ_{08} [Pa]	– napětí materiálu pružiny ve stavu plně zatíženém
σ_{08} [Pa]	– napětí v místě ohybu na opěrném rameni
σ_{Dmo} [Pa]	– dovolené mezní napětí v ohybu
ρ_0 [°]	– úhel ramen ve stavu volném
ρ_1 [°]	– úhel ramen ve stavu předpruženém
ρ_8 [°]	– úhel ramen ve stavu plně zatíženém
ρ_9 [°]	– úhel ramen ve stavu mezním
φ_8 [°]	– úhlová výchylka pracovního ramene ve stavu plně zatíženém
φ_9 [°]	– úhlová výchylka pracovního ramene ve stavu mezním
φ_h [°]	– úhel pracovního zdvihu
φ_{max} [°]	– maximální úhel ramen
d [m]	– průměr drátu
D_1 [m]	– vnější průměr pružiny
$D_{2\varphi_9}$ [m]	– vnitřní průměr pružiny při úhlové výchylce pracovního ramene φ_9 ve smyslu svinování
E [Pa]	– modul pružnosti v tahu
i [-]	– poměr vinutí
K_0 [-]	– korekční součinitel napětí v ohybu
k_φ [N.m/°]	– momentová (úhlová) tuhost pružiny
l [m]	– rozvinutá délka pružiny
l_z [m]	– délka části tvořené závity u pružiny ve volném stavu
$l_{z\varphi_8}$ [m]	– délka části tvořené závity u pružiny se závity k sobě přiléhajícími při úhlové výchylce pracovního ramene φ_8 ve smyslu svinování
M_1 [N.m]	– moment síly vyvinutý pružinou ve stavu předpruženém
M_8 [N.m]	– moment síly vyvinutý pružinou ve stavu plně zatíženém
n [-]	– počet činných závitů pružiny
r [m]	– poloměr drátu pružiny
R_1 [m]	– rameno pracovní síly vyvinuté pružinou
t [m]	– rozteč činných závitů (stoupání) ve volném stavu
v [m]	– vůle mezi činnými závity ve volném stavu

9 SEZNAM OBRÁZKŮ**9**

Obr. 1.1-1 Pohled zepředu [20]	14
Obr. 1.1-2 Pohled zezadu - animace [21]	14
Obr. 1.1-3 Možnosti řízení	14
Obr. 1.2-2 Pohled zezadu [22]	16
Obr. 1.2-1 Pohled zepředu [22]	16
Obr. 1.2-3 Řízení [23]	16
Obr. 1.2-5 Pohled zezadu [24]	17
Obr. 1.2-4 Pohled zepředu [24]	17
Obr. 1.2-6 Řízení [24]	17
Obr. 3.1-1 Manuální převodovka schéma [25]	19
Obr. 3.2-1 Poloautomatická převodovka schéma [26]	21
Obr. 3.3-1 Variátor schéma [27]	23
Obr. 3.3-2 Převodovka DSG schéma [28]	24
Obr. 4.2-1 Část převodového mechanismu převodovky Comex	26
Obr. 4.3-1 Schéma přídatného mechanismu	28
Obr. 4.3-2 Řez přídatného mechanismu	28
Obr. 4.3-3 Čep převodovky	29
Obr. 4.3-4 Čep řadící tyče převodovky	29
Obr. 4.3-6 Držák relátek	29
Obr. 4.3-5 Držák motorku řazení	29
Obr. 4.3-7 Kolo ovládání relátek	30
Obr. 4.3-8 Kolo snímače polohy řazení	30
Obr. 4.3-10 Zkrutná pružina	30
Obr. 4.3-9 Kulisa řazení	30

10 SEZNAM PŘÍLOH

1. Výpočet pružiny programem Autodesk Inventor Professional 2013

Výkresová dokumentace:

ŘAZENÍ PRO PŘEVODOVKU COMEX	0-3B13-00
ČEP ŘADÍCÍ TYČE PŘEVODOVKY	3-3B13-06
ČEP PŘEVODOVKY	4-3B13-07
KOLO SNÍMAČE POLOHY ŘAZENÍ	3-3B13-08
UNAŠEČ	3-3B13-09
KULISA ŘAZENÍ	2-3B13-10
DRŽÁK RELÁTEK	3-3B13-11
DRŽÁK MOTORKU ŘAZENÍ	2-3B13-12
ZKRUTNÁ PRUŽINA	3-3B13-13
KOLO OVLÁDÁNÍ RELÁTEK	3-3B13-14

GENERÁTOR ZKRUTNÝCH PRUŽIN (VERZE: 2013 (BUILD 170138000, 138))

Informace o projektu

Scénář

Typ pružiny	Pružina se závity přiléhajícími
Pevnostní výpočet pružiny	Výpočet kontroly pružiny
Směr zatížení pružiny	Zatížení svíjí
Metoda korekce křivky napětí	Gohner

Zatížení pružiny

Min. zatížení	F1	40,000 N
Max. zatížení	F8	150,000 N
Pracovní zatížení	F	110,000 N
Minimální ohybový moment	M1	1,000 N m
Maximální ohybový moment	M8	3,750 N m
Pracovní ohybový moment	M	2,750 N m

Rozměry pružiny

Průměr drátu	d	3,500 mm
Vnější průměr pružiny	D1	28,000 mm
Střední průměr pružiny	D	24,500 mm
Vnitřní průměr pružiny	D2	21,000 mm
Poměr vinutí	c	7,000 ul
Krok spirály	t	3,675 mm
Úhel mezi rameny pružiny	a	0,34 deg
Délka volné pružiny	L0	24,962 mm

Závity pružiny

Činné závity	n	5,840 ul
Směr závitu		pravý

Spring Arms

Start Arm Type		Radiální vyhnuté
Délka počátečního ramena	Lr1	18,000 mm
Poloměr ohybu na počátečním ramenu	r1	5,000 mm
Počáteční poloha zatížení ramene	R1	25,000 mm
End Arm Type		Radiální vyhnuté
Délka koncového ramena	Lr2	25,000 mm
Poloměr ohybu na koncovém ramenu	r2	5,000 mm
Koncová poloha zatížení ramene	R2	23,000 mm

Montážní rozměry pružiny

Minimální úhlový průhyb	$\phi 1$	46,04 deg
Maximální úhlový průhyb	$\phi 8$	172,64 deg
Úhel pracovního zdvihu	ϕh	126,60 deg
Úhlová výchylka pracovního ramena	ϕw	126,60 deg

Materiál pružiny

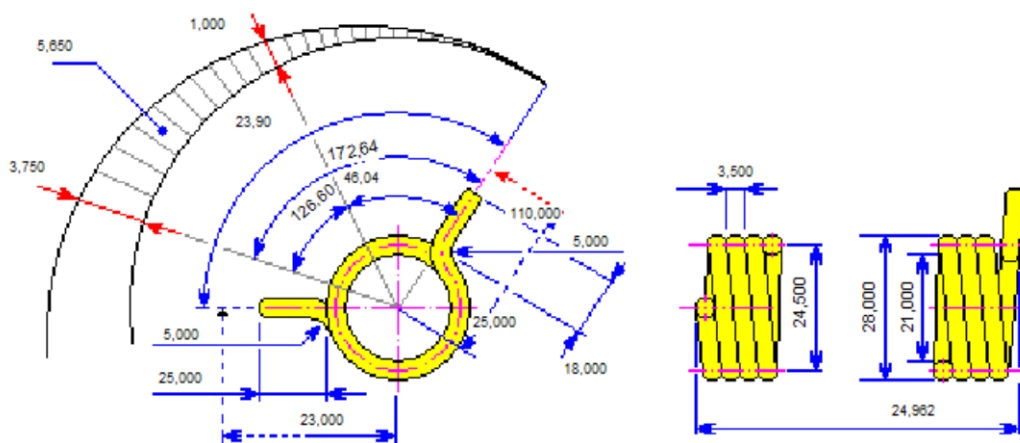
Vlastní materiál		
Dovolené napětí v ohybu	σA	1200,000 MPa
Modul pružnosti v tahu	E	78500 MPa
Hustota	ρ	7850 kg/m ³
Součinitel využití materiálu pružiny	us	0,950 ul

Výsledky

Napětí materiálu pružiny v ohybu při min. zatížení	$\sigma 1$	270,212 MPa
Napětí v místě ohybu na rameně při min. zatížení	$\sigma 1r$	301,410 MPa

Napětí materiálu pružiny v ohybu při max. zatížení	σ_8	1013,295 MPa
Napětí v místě ohybu na rameně při max. zatížení	σ_{8r}	1130,287 MPa
Délka části tvořené závity při max. zatížení	L8	26,640 mm
Vnitřní průměr pružiny při max. zatížení	D28	19,406 mm
Součinitel koncentrace napětí	k _f	1,137 ul
Poměr pružiny	k _φ	0,022 N m/deg
Úhel mezi rameny ve volném stavu	α_0	23,90 deg
Mezní zkušební úhlový průhyb pracovního ramena	φ_{max}	204,45 deg
Deformační energie	W8	5,650 J
Délka drátu	l	514,856 mm
Hmotnost pružiny	m	0,039 kg
Výsledek kontroly pružiny		Kladný

Pracovní diagram



Výpočet byl proveden školní verzí programu Inventor od společnosti Autodesk.