

UNIVERZITA PARDUBICE
Dopravní fakulta Jana Pernera

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

Lukáš Tláskal

**Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera**

Návrh a realizace výukových pomůcek pro laboratoř - spojka

Lukáš Tláskal

**Bakalářská práce
2008**

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravních prostředků
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš TLÁSKAL**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Návrh a realizace výukových pomůcek pro laboratoř -
spojka**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Výpočet základních parametrů spojky
- 2) Návrh pohledů a rovin řezů spojky
- 3) Realizace výukového modelu spojky
- 4) Grafický návrh postru
- 5) Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1) Vlk, František.: Převodová ústrojí motorových vozidel. Nakladatelství VLK, Brno 2006, ISBN 80-239-6463-1.

2) Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechanika. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Pokorný

Katedra dopravních prostředků

Datum zadání bakalářské práce:

18. února 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

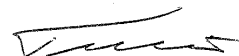
26. května 2008



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Poděkování

Tímto způsobem bych rád poděkoval svému vedoucímu práce, panu Ing. Janu Pokornému za jeho cenné rady a připomínky, které mi při zpracování této práce velmi pomohly.

Dále bych touto cestou chtěl také poděkovat svým rodičům, kteří mě při mých studiích podporovali a byli mi oporou.

SOUHRN

Tato bakalářská práce se zabývá, jak již vyplývá ze samotného názvu, návrhem a realizací výukových pomůcek pro studenty. Jedná se o vytvoření výukového panelu spojky. Bakalářská práce je tématicky rozčleněna do čtyř kapitol. První z nich má za úkol informovat o základních konstrukčních výpočtech spojky a seznámit čtenáře se samotnou konstrukcí spojky. Druhá kapitola je věnována návrhu jednotlivých řezů ve výukovém panelu, pro lepší viditelnost součástí. Třetí se již podrobněji zabývá realizací výukového modelu spojky. Čtvrtá a tedy poslední kapitola se zabývá návrhem posteru, na kterém budou vyobrazeny výpočty spojky.

Klíčová slova: spojková skříň, vypínací ložisko, spojkový kotouč, hnací hřídel převodovky, setrvačnik, výukový poster, talířová pružina

TITLE

Project and realization aids for laboratory - clutch

ABSTRACT

This Bachelor's work is devoted as it is already said in the title to the project and the realization of aids for students. It deals with the creation of the educating clutch panel. This Bachelor's work is thematically divided into 4 parts. The main purpose of the first one is to inform the readers about the basic constructional calculations of the clutch and to acquaint them with the construction itself. The second part is thoroughly given to the project of the cuts in singles in the educating panel for better components visibility. The next part is more about the realization of the educating clutch model. Finally the fourth and therefore the last chapter is devoted to the poster plan on which the calculations will be displayed.

Keywords: splice box, disengaging bearing, splice disc, primary shaft of gear box, balance wheel, tutorial poster, disc spring

1. Úvod.....	10
2. Výpočet základních parametrů spojky.....	11
2.1. Bezpečnost spojky.....	11
2.2. Výpočet momentu spojky.....	11
2.3. Návrh vnějšího průměru spojky.....	12
2.4. Měrný tlak mezi třecími plochami.....	12
2.5. Třecí práce a ohřev spojky.....	12
2.6. Ohřev spojky.....	12
2.7. Měrná třecí práce.....	13
2.8. Konstrukční návrh spojky.....	13
2.8.1. Výpočet potřebné přitlačné síly od pružin FP.....	13
2.8.2. Návrh průměru pružiny.....	13
2.8.3. Tuhost pružiny.....	14
2.8.4. Délka pružiny ve stlačeném stavu.....	14
2.8.5. Volná délka pružiny.....	15
2.8.6. Návrh průměru hřídele spojky.....	15
2.8.7. Statické zatížení ložiska spojky.....	15
2.8.8. Kontrola drážkování spojkového hřídele.....	15
2.9. Konstrukce spojky.....	15
2.9.1. Třecí spojka.....	16
2.9.2. Jednokotoučová spojka s obvodovými pružinami.....	18
2.9.3. Jednokotoučová spojka s talířovou pružinou.....	18
2.9.4. Dvoukotoučová spojka.....	19
2.9.5. Lamelová spojka.....	20
2.9.6. Spojkové kotouče.....	21
2.9.7. Ovládání spojky.....	22
2.9.8. Hydrodynamická spojka.....	24
2.9.9. Elektromagnetická prášková spojka.....	25
2.9.10. Odstředivá spojka.....	26
3. Návrh pohledů a rovin řezů spojky.....	27
3.1. Řez skříní spojky.....	28
3.2. Řez setrvačником.....	28
4. Realizace výukového modelu spojky.....	30
4.1. Demontáž jednotlivých součástí.....	30
4.2. Demontáž setrvačnicku.....	31
4.3. Demontáž hnacího hřídele převodovky.....	31
4.4. Uchycení mechanismu spojky ke skříní spojky.....	33
4.5. Vypínání spojky.....	35
4.6. Podstavec pro výukový model.....	36
4.7. Povrchové úpravy součástí.....	36
4.8. Použití výukového modelu spojky.....	36
5. Grafický návrh posteru.....	38
5.1. Návrh výpočtů pro poster.....	39
5.1.1. Bezpečnost spojky.....	39
5.1.2. Návrh vnějšího průměru spojky.....	39
5.1.3. Měrný tlak mezi třecími plochami.....	39
5.1.4. Třecí práce.....	40
5.1.5. Ohřev spojky.....	40
5.1.6. Návrh průměru hřídele spojky.....	40
5.1.7. Statické zatížení ložiska spojky.....	40

5.1.8.Kontrola drážkování spojkového hřídele.....	41
5.2.Účel a druhy spojek používané v silničních vozidlech.....	41
5.3.Místa spojky, která jsou při provozu nejvíce namáhána a opotřebovávána.....	41
5.4.Výpočet upravované spojky.....	42
5.4.1.Příklad pro studenty.....	42
.....	43
5.5.Závěr.....	44
1.Úvod.....	10
2.Výpočet základních parametrů spojky.....	11
2.1.Bezpečnost spojky.....	11
2.2.Výpočet momentu spojky	11
2.3.Návrh vnějšího průměru spojky.....	12
2.4.Měrný tlak mezi třecími plochami.....	12
2.5.Třecí práce a ohřev spojky.....	12
2.6.Ohřev spojky.....	12
2.7.Měrná třecí práce.....	13
2.8.Konstrukční návrh spojky.....	13
2.8.1.Výpočet potřebné přitlačné síly od pružin FP.....	13
2.8.2.Návrh průměru pružiny.....	13
2.8.3.Tuhost pružiny.....	14
2.8.4.Délka pružiny ve stlačeném stavu.....	14
2.8.5.Volná délka pružiny.....	15
2.8.6.Návrh průměru hřídele spojky.....	15
2.8.7.Statické zatížení ložiska spojky.....	15
2.8.8.Kontrola drážkování spojkového hřídele.....	15
2.9.Konstrukce spojky.....	15
2.9.1.Třecí spojka	16
2.9.2.Jednokotoučová spojka s obvodovými pružinami	18
2.9.3.Jednokotoučová spojka s talířovou pružinou.....	18
2.9.4.Dvoukotoučová spojka.....	19
2.9.5.Lamelová spojka	20
2.9.6.Spojkové kotouče.....	21
2.9.7.Ovládání spojky.....	22
2.9.8.Hydrodynamická spojka.....	24
2.9.9.Elektromagnetická prášková spojka	25
2.9.10.Odstředivá spojka.....	26
3.Návrh pohledů a rovin řezů spojky.....	27
3.1.Řez skříní spojky.....	28
3.2.Řez setrvačником.....	28
4.Realizace výukového modelu spojky.....	30
4.1.Demontáž jednotlivých součástí.....	30
4.2.Demontáž setrvačnicku.....	31
4.3.Demontáž hnacího hřídele převodovky.....	31
4.4.Uchycení mechanismu spojky ke skříní spojky.....	33
4.5.Vypínání spojky.....	35
4.6.Podstavec pro výukový model.....	36
4.7.Povrchové úpravy součástí.....	36
4.8.Použití výukového modelu spojky.....	36
5.Grafický návrh posteru.....	38
5.1.Návrh výpočtů pro poster.....	39

5.1.1. Bezpečnost spojky.....	39
5.1.2. Návrh vnějšího průměru spojky.....	39
5.1.3. Měrný tlak mezi třecími plochami.....	39
5.1.4. Třecí práce	40
5.1.5. Ohřev spojky.....	40
5.1.6. Návrh průměru hřídele spojky.....	40
5.1.7. Statické zatížení ložiska spojky.....	40
5.1.8. Kontrola drážkování spojkového hřídele.....	41
5.2. Účel a druhy spojek používané v silničních vozidlech.....	41
5.3. Místa spojky, která jsou při provozu nejvíce namáhána a opotřebováána.....	41
5.4. Výpočet upravované spojky.....	42
5.4.1. Příklad pro studenty.....	42
.....	43
5.5. Závěr.....	44
Použitá literatura.....	45
Seznam tabulek.....	45
Seznam obrázků.....	45
Seznam příloh.....	46

1. Úvod

Následující bakalářská práce by měla přispět ke zkvalitnění výuky konstrukce motorových vozidel v laboratořích Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice. Navržený výukový model má studentům umožnit větší rozhled v jejich praktických poznatcích týkajících se stavby motorových vozidel.

Tuto práci jsem si zvolil z toho důvodu, že je prací prakticky realizovanou a nejedná se jen o teoretické poznávání či o laboratorně zjištěné poznatky, které se pouze zpracovávají do písemné formy. Realizací zadaného úkolu jsem si mohl veškeré poznatky, které v práci uvádím, sám ověřit nebo dokonce navrhnout nové postupy zpracování daného úkolu.

Pro lepší pochopení některých souvislostí a úkonů týkajících se zadané práce, doporučuji prostudovat kompletní stavbu a funkci upravované spojky. Většina úkonů je sice patrná z příložených obrázků a fotografií, ale při výrobě výukového modelu mohou nastat situace, ve kterých bez dokonalé znalosti konstrukce a funkce daného typu spojky nelze postupovat dál.

2. Výpočet základních parametrů spojky

2.1. Bezpečnost spojky

1) $M_{SP} = M_M \cdot \beta$ [Nm]

β – koeficient bezpečnosti spojky – uplatňuje se při poklesu součinitele tření f nebo při poklesu přitlačné síly F

M_M – moment od motoru

M_{SP} – moment přenášený spojkou

Tabulka 1: Velikosti koeficientu bezpečnosti spojky β

Druh vozidla	β
Osobní automobil	1,1 – 1,75
Nákladní automobil	1,4 – 2,2
Tahač	1,8 - 3

2.2. Výpočet momentu spojky

2) $M_{SP} = F_t \times r_{stř}$

F_t – třecí síla

$r_{stř}$ – střední poloměr spojky

3) $r_{stř} = \frac{2}{3} \frac{(r_M^3 - r_m^3)}{(r_M^2 - r_m^2)}$ - pro novou nezaběhnutou spojkou [mm]

4) $r_{stř} = \frac{1}{2}(r_M + r_m)$ - pro zaběhnutou spojkou [mm]

r_M – vnější poloměr třecího obložení

r_m – vnitřní poloměr třecího obložení

5) $F_t = F \cdot f \cdot i$ [N]

F – síla vyvozená od přitlačné pružiny

f – součinitel smykového tření

i – počet třecích ploch

2.3. Návrh vnějšího průměru spojky

$$6) D_M = k \times \sqrt{M_M} \quad [\text{mm}]$$

k – součinitel velikosti spojky

Tabulka 2: Velikosti součinitele velikosti spojky k

Druh spojky	k
Jednokotoučová spojka	14 - 21
Dvoukotoučová spojka	11 - 16

2.4. Měrný tlak mezi třecími plochami

$$7) p = \frac{F_P}{S} \quad [\text{MPa}]$$

$$8) S = \frac{\pi \cdot (D_M^2 - D_m^2)}{4} \cdot \gamma \quad [\text{mm}^2]$$

γ - součinitel plnosti obložení, který zohledňuje zmenšení funkční plochy – otvory pro nýty, drážky, atd.

Tabulka 3: Velikost dovoleného tlaku p_{DOV} a součinitele smykového tření f v závislosti na druhu obložení

Druh obložení	p_{DOV} [MPa]	f
Na bázi osinku	0,13 – 0,25	0,25 – 0,35
Kovokeramické	0,3 – 0,6	0,35 – 0,4
Kovové	0,2 – 0,25	0,18 – 0,2

2.5. Třecí práce a ohřev spojky

$$9) A_C = \frac{1}{2} \cdot I_R \cdot \omega_H^2 \quad [\text{J}]$$

I_R – moment setrvačnosti hnaných částí

ω_H – úhlová rychlost hnacích částí

$$10) I_R = \frac{m_a \cdot \vartheta \cdot r_d^2}{i_c^2} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

ϑ - součinitel vlivu rotujících hmot

r_d – dynamický poloměr kola

i_c – celkový převod mezi spojkou a koly

m_a – hmotnost automobilu

2.6. Ohřev spojky

$$11) t = \frac{A_C \cdot \chi}{M_M \cdot c} [^{\circ}C] - \text{maximální } t = 15^{\circ}C$$

χ - součinitel převodu tepla do ohřívající části

c – měrné teplo [$J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$] pro ocel $c = 460$, pro litinu $c = 540$

Tabulka 4: Velikosti součinitele převodu tepla do ohřívající části χ

Druh spojky	χ
Jednokotoučová a dvoukotoučová	1/2
Tříkotoučová	1/3

2.7. Měrná třecí práce

$$12) q = \frac{A_C}{S \cdot i} [Jcm^{-2}]$$

S – třecí plocha

i – počet třecích ploch

2.8. Konstruktivní návrh spojky

2.8.1. Výpočet potřebné přítláčivé síly od pružin F_P

$$13) F_P = \frac{F_{SP}}{z \cdot \eta} [N]$$

F_{SP} - síla přenášená spojkou

η - součinitel ztrát – jeho obvyklá hodnota bývá 0,98

z – počet pružin

2.8.2. Návrh průměru pružiny

$$14) d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_P \cdot D_S \cdot \varphi}{\pi \cdot \tau_D}} - \text{pokud známe } D_S \text{ [mm]}$$

$$15) d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_P \cdot \frac{D_S}{d} \cdot \varphi}{\pi \cdot \tau_D}} - \text{pokud } D_S \text{ neznáme, volíme } \frac{D_S}{d} \text{ (5 až 10) [mm]}$$

φ - Opravný součinitel

$$16) \varphi = \frac{\frac{D_s}{d} + 0,2}{\frac{D_s}{d} - 1}$$

D_s - střední průměr pružiny

τ_D - dovolené napětí, bývá 500-800 MPa

2.8.3. Tuhost pružiny

$$17) c = \frac{(0,15 \div 0,2) F_p}{Y_p} \left[\frac{N}{mm} \right]$$

Y_p - pracovní zdvih pružiny

Tabulka 5: Velikost pracovního zdvihu pružiny a souvisejícího zdvihu přítlačného kotouče

Počet spojkových kotoučů	Pracovní zdvih pružiny[mm]	Zdvih přítlačného kotouče[mm]
1	0,7 – 1	1,4 - 2
2	0,5 – 0,7	2 – 2,8
3	0,35 – 0,6	2,1 – 3,6

Při stlačení pružiny by síla neměla přesáhnout mez o 15 – 20% F_p .

$$18) F_{p_{\max}} = (1,15 \div 1,2) \cdot c \cdot Y \quad [N]$$

Y – předpětí pružiny v namontovaném stavu

$$19) Y = \frac{8 \cdot F_p \cdot D_s^3 \cdot n}{G \cdot d^4} \quad [mm]$$

G – modul průřezu v tahu (82 000 – 83 000 MPa)

n – počet činných závitů

$$20) n = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D_s^3 \cdot c}$$

$$21) z = n + 2$$

z – celkový počet závitů včetně závěrných

2.8.4. Délka pružiny ve stlačeném stavu

$$22) l_{\min} = 1,05(z - 1) \cdot d \cdot V_{\min} \cdot n \quad [\text{mm}]$$

V_{\min} - nejmenší vůle mezi závity při stlačení pružiny

$$23) V_{\min} = 0,1 \cdot d \quad [\text{mm}]$$

2.8.5. Volná délka pružiny

$$24) l_o = l_{\min} + Y + Y_p \quad [\text{mm}]$$

2.8.6. Návrh průměru hřídele spojky

$$25) d = (5 - 6) \cdot \sqrt[3]{M_{\text{Max}}} \quad [\text{mm}]$$

M_{Max} - maximální přenášený moment

2.8.7. Statické zatížení ložiska spojky

$$26) F_o \leq \frac{1}{2} C_o$$

F_o - obvodová síla na ložisku (počítá se pro první převodový stupeň)

C_o - statická únosnost ložiska

2.8.8. Kontrola drážkování spojkového hřídele

$$27) p_o = \frac{2 \cdot M_{\text{Max}}}{D_s \cdot f \cdot l} \leq p_{\text{Dov}} \quad [\text{MPa}]$$

f – skutečná účinná plocha boků všech drážek připadající na jeden milimetr délky náboje

l - délka náboje na níž jsou hnací kotouče

$$28) f = 0,75 \cdot n \cdot \left(\frac{D - d}{2} - 2c \right) \quad [\text{mm}]$$

n – počet drážek

c – zaoblení drážek

D – vnější průměr drážkování

d – vnitřní průměr drážkování

2.9. Konstrukce spojky

Spojka je v pohonu motorového vozidla umístěná jako rozpojitelný spojovací člen mezi motorem a převodovkou.

Úkoly spojky jsou:

- Přenášet točivý moment od motoru k převodovce. Po celou využitelnou oblast otáček motoru musí být k převodovce přiváděn potřebný točivý moment pro všechny jízdní situace.
- Umožnit pomocí prokluzu měkké a netrhavé rozjíždění.
- Přerušit toku síly mezi motorem a převodovkou, aby se díly převodovky, které se mají zapojit, odlehčily a mohlo dojít k jejich synchronizaci.
- Tlumení torzního kmitání. Kmitání mohou být odstraněna tlumícími zařízeními, jako jsou např. torzní tlumič nebo dvojhmotový setrvačnick.
- Ochrana motoru a dílů sloužících k přenosu síly před přetížením, aby se zabránilo přenosu příliš vysokých točivých momentů, např. při blokování motoru, prokluzem.

Druhy spojek:

- třecí spojky
- hydrodynamické spojky
- viskózní spojky
- elektromagnetické práškové spojky

2.9.1. Třecí spojka

Třecí spojky přenášejí točivý moment motoru pomocí třecích sil na převodovku. Přítlačné síly potřebné k vytvoření třecích sil mohou být způsobeny membránovou (talířovou) pružinou nebo několika vinutými pružinami nebo odstředivou silou. Podle počtu kotoučů spojky rozlišujeme spojky jednokotoučové a vícekotoučové.

Konstrukce jednokotoučové spojky

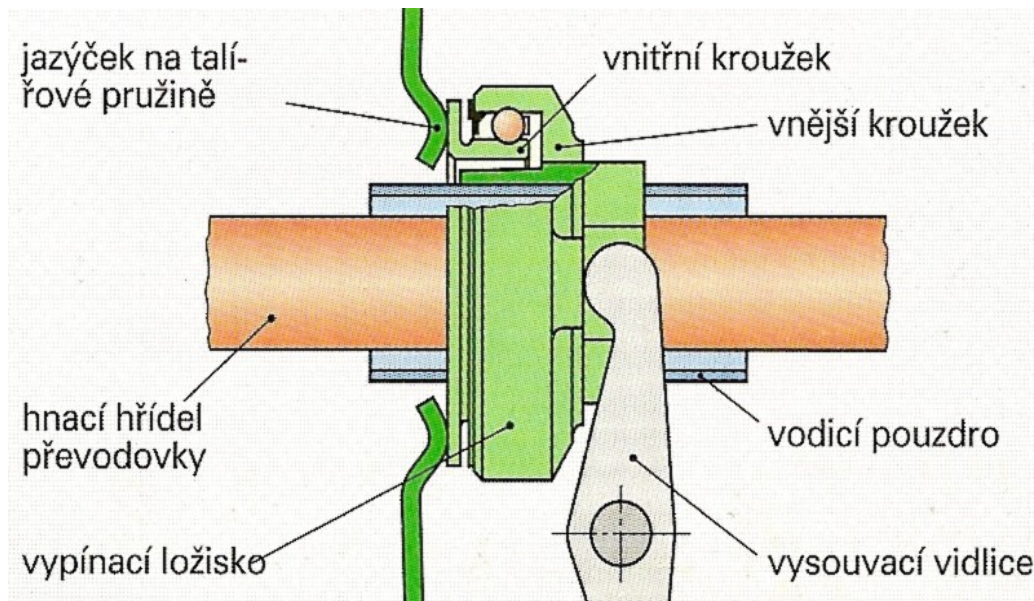
Hlavními částmi jsou pouzdro spojky, spojkový kotouč, vypínací ústrojí.

Pouzdro spojky je sešroubováno se setrvačnickem. Na pouzdru spojky (skříni) jsou umístěny přítlačný kotouč, membránová (talířová) pružina, distanční čepy a vyklápěcí kroužek. Tangenciální listová pružina spojuje přítlačný kotouč a pouzdro spojky.

Kotouč spojky přenáší točivý moment ze setrvačnicku a přítlačného kotouče na hnací hřídel převodovky. V nejjednodušší formě se skládá z náboje a nosného plechu s oboustranně nanýtovaným nebo nalepeným třecím obložením. Spojkový kotouč je přes náboj spojen

neotočně s hnací hřídelí převodovky normovanými vnitřními nábojovými profily. Je na této hřídeli axiálně posouvateľný.¹

Vypínací ústrojí se používá k přerušení toku sil mezi motorem a převodovkou přes pedál spojky a lanovod, popřípadě tyč. Rozlišujeme centrálně vedené vypínací ústrojí a otočně uložené vypínací ústrojí. Centrálně vedené vypínací ústrojí se skládá z vodícího pouzdra, vypínacího ložiska a vysouvací vidlice (viz. obrázek č. 1).

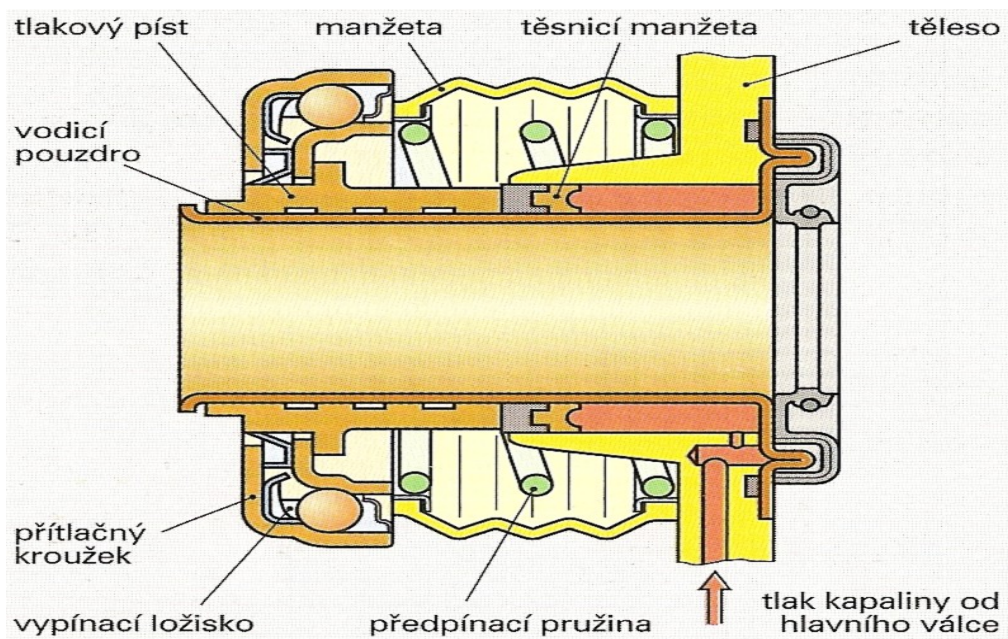


Obrázek 1: Centrálně vedené vypínací ústrojí

Pramen: Rolf,Gscheidle a kolektiv.:Příručka pro automechanika.Nakladatelství SOBOTÁLES,Praha 2002,ISBN 80-85920-83-2.

Centrálně vedené hydraulické vypínací ústrojí se používá u hydraulického ovládání spojky a je upevněno uvnitř na pouzdru spojky. Centrálně vedené hydraulické vypínací ústrojí a pracovní válec jsou spojeny v jedné konstrukční jednotce (viz. obrázek č. 2). Hydraulické centrální vypínací ústrojí se skládá z vodícího pouzdra, tlakového pístu, manžety, vypínacího ložiska, přitlačného kroužku, předpínací pružiny a těsnící manžety. Píst tlakového válce je přes těsnící manžetu tlačěn tlakem kapaliny přicházejícím z hlavního válce a je posouván po vodícím pouzdře. Tím je vypínací ložisko spojky a přitlačný kroužek tlačěn proti talířové (membránové) pružině a tím se spojka rozpojí. Předpínací pružina tlačí při nespojené spojce předpětím na vypínací ložisko, takže stále přiléhá a točí se. Tím se zamezuje hlukům ložiska.

¹ Rolf,Gscheidle a kolektiv.:Příručka pro automechanika.Nakladatelství SOBOTÁLES,Praha 2002,ISBN 80-85920-83-2.



Obrázek 2: Centrálně vedené hydraulické vypínací ústrojí

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

2.9.2. Jednokotoučová spojka s obvodovými pružinami

Spojky s obvodovými pružinami se převážně montují do těžkých užitkových automobilů. V pouzdru spojky je pro uchycení šroubových pružin zapuštěno několik plechových objímk (viz. příloha č. 3). Při zapnuté spojce vinuté pružiny přitlačují k sobě přítlačný kotouč, třecí obložení a třecí plochu setrvačnicku. Vytvořená přítlačná síla způsobuje třecí sílu. Při vypnuté spojce vypínací síla zesílená vypínací pákou působí proti síle šroubových pružin a tím se zvedne přítlačný kotouč od třecího obložení. Spojky s obvodovými pružinami potřebují oproti spojkám s talířovou pružinou větší montážní prostor, jsou těžší a potřebují větší vypínací síly.

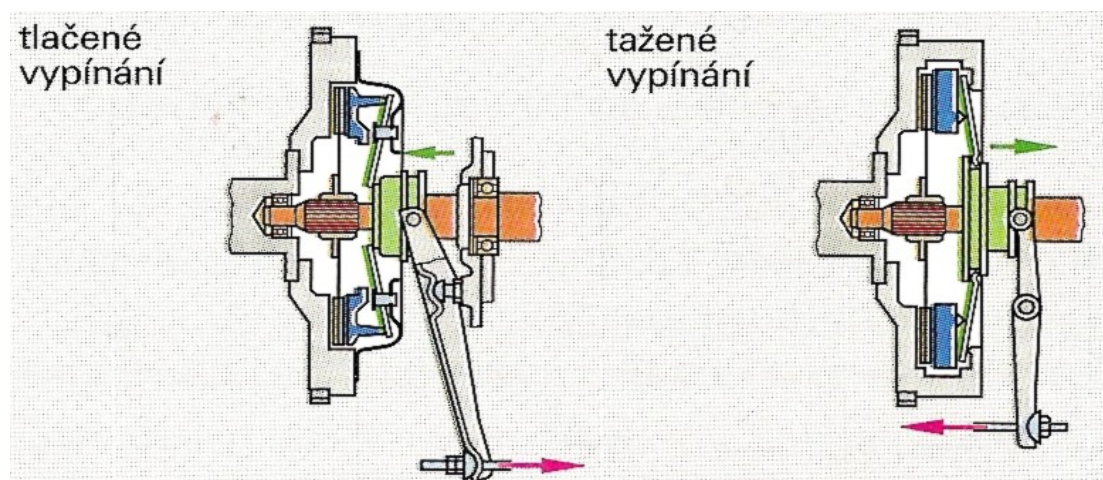
2.9.3. Jednokotoučová spojka s talířovou pružinou

Montuje se do osobních automobilů a lehkých užitkových automobilů. Tato spojka je vybavena talířovou pružinou, která je osazena radiálními drážkami (viz. příloha č. 2). Talířová pružina je podepřena na dvou vyklápěcích kroužcích, které jsou uchyceny na několika distančních čepech upevněných na obvodu pouzdra spojky. Talířová pružina zde působí s vyklápěcími kroužky, které tvoří opěrný bod, jako dvoustranná páka. Přítlačný kotouč je přes tangenciální pružiny spojen s pouzdrum spojky (skříní). Při zapnuté spojce je

talířová pružina napnuta a působí tak, že přitlačný kotouč spojky je přitlačován na třecí plochu setrvačnicku. Přitlačná síla na talířovou pružinu vytvoří třecí síly, které přes kotouč spojky přenášejí točivý moment na hřídel převodovky. Přenositelný točivý moment závisí na přitlačné síle talířové pružiny, součiniteli tření třecích dvojic, účinném poloměru točivé síly a počtu třecích obložení. Při vypnutí spojky je vypínací ložisko tlačeno vysouvací pákou proti vnitřnímu okraji listu talířové pružiny. Tím se membránová pružina ve vyklápěcích kroužcích sklopí a odlehčí se přitlačný kotouč. Předepjaté listové tangenciální pružiny, umístěné mezi přitlačným kotoučem a pouzdrum spojky, způsobí nadzdvihnutí přitlačného kotouče od třecího obložení. Tok sil je přerušen a vznikne vzduchová mezera.

Spojka s talířovou pružinou s tlačným vypínáním. *Vypínací ložisko je tlačeno k pouzdrum spojky. Talířová pružina působí jako dvoustranná páka a je uložena mezi vyklápěcími kroužky.*

Spojka s talířovou pružinou s taženým vypínáním. *Vypínací ložisko je taženo od pouzdra spojky. Přitom je list talířové pružiny uchycen do obvodové drážky spolu se otáčejícím vypínacím ložiskem. Talířová pružina tvoří jednostrannou páku. Její vnější okraj je v pouzdrum spojky uložen přes opěrný kroužek.²*



Obrázek 3: Tlačné a tažené vypínání spojky

Pramen: Rolf,Gscheidle a kolektiv.:Příručka pro automechanika.Nakladatelství SOBOTÁLES,Praha 2002,ISBN 80-85920-83-2.

² Rolf,Gscheidle a kolektiv.:Příručka pro automechanika.Nakladatelství SOBOTÁLES,Praha 2002,ISBN 80-85920-83-2.

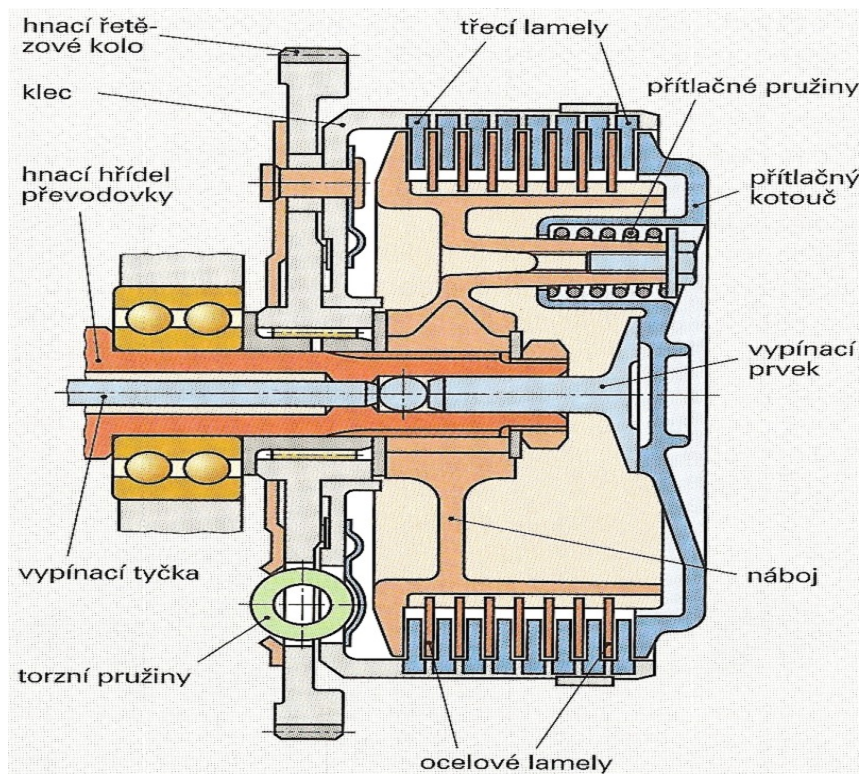
2.9.4. Dvoukotoučová spojka

Pro vytvoření celkové třecí síly jsou k dispozici dva spojkové kotouče s celkem čtyřmi třecími plochami. Při stejně velké třecí síle a stejných rozměrech obložení může dvoukotoučová spojka přenášet dvakrát větší točivý moment oproti jednkotoučové spojce. Při zapnuté spojce přítlačná síla napnuté talířové pružiny na sebe přitlačuje třecí plochy přítlačného kotouče, spojkového kotouče na straně převodovky, hnacího kotouče, spojkového kotouče na straně motoru a setrvačníku. Celková třecí síla se vytváří čtyřmi třecími plochami a způsobuje na účinném poloměru točivé síly dvou spojkových kotoučů přenášení točivého momentu. Točivý moment od motoru se přenáší přes setrvačnick, pouzdro spojky, tangenciální listové pružiny, přítlačný kotouč a hnací kotouč na třecí obložení obou spojkových kotoučů. Odtud se dostává přes náboje spojkového kotouče na hnací hřídel převodovky.

Při sešlápnutí spojkového pedálu se vypínací ústrojí vysune doprava a přitom působí vypínací síla proti napětí talířové pružiny. Přítlačný a spojkový kotouč se zdvihnou od třecího obložení spojkových kotoučů a tok momentu je přerušen.

2.9.5. Lamelová spojka

Několik spojkových kotoučů (lamel) je uspořádáno za sebou střídavě jako hnací kotouče, které mají vnější ozubení (třecí lamely) a poháněné kotouče s vnitřním ozubením (ocelové lamely) - viz. obrázek č. 4. Pracují většinou v olejové lázni nebo v olejové mlze. Spojkové kotouče s vnějším ozubením zabírají do drážek klece a kotouče s vnitřním ozubením zabírají do vnějšího ozubení náboje. Přítlačný kotouč zachycuje několik přítlačných pružin a je pomocí náboje spojen s hnací hřídelí převodovky. Při zapnuté spojce přítlačné pružiny tlačí přítlačný kotouč, třecí lamely s vnějším ozubením a ocelové lamely s vnitřním ozubením k sobě. Třecí lamely s vnějším ozubením pomocí tření s sebou strhávají ocelové lamely s vnitřním ozubením. Klec spojky a náboj spojky jsou tímto spolu vzájemně spojeny. Točivý moment motoru se přenáší klecí spojky, třecími lamelami s vnějším ozubením, ocelovými lamelami s vnitřním ozubením, přítlačným kotoučem a nábojem na hnací hřídel převodovky. Při vypnuté spojce vypínací zařízení tlačí přes vypínací tyčku a vypínací prvek proti přítlačnému kotouči. Ten se proti síle přítlačných pružin zdvihne od spojkového kotouče a tok síly je přerušen.



Obrázek 4: Lamelová spojka

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechanika. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

2.9.6. Spojkové kotouče

Jejich úkolem je přenos točivého momentu motoru ze setrvačnicku na hnací hřídel převodovky, umožnění měkkého a plynulého rozjezdu a tlumení torzního kmitání.

Spojkové kotouče se skládají z unášecího kotouče jako nosiče obložení, náboje s nábojovou přírubou a nábojovým profilem, spojkového obložení, pružení obložení a torzního tlumiče.

Spojkové obložení

Spojkové obložení se používá jako třecí prvek mezi třecími plochami setrvačnicku a přítlačným kotoučem. Je to třecí prvek, který přenáší moment motoru na hnací hřídel převodovky. Spojkové obložení musí splňovat následující požadavky:

- dobrá tepelná odolnost,
- vysoká odolnost proti opotřebení,
- vysoký součinitel tření, který zůstává konstantní v co největším teplotním rozsahu.

Organické obložení se skládá ze syntetických vláken (např. z aramidových vláken), plnicích látek (např. kovových drátů – měď nebo zinek) a umělé pryskyřice jako pojiva. Při výrobě automobilů se organické obložení používá většinou u suchých spojek.

Kovové obložení se jako třecí obložení nanáší např. slinovaný oxid hliníku na kovovém nosiči, například na oceli. Toto obložení se používá především u spojek pracujících v olejové lázni, například u automatických převodovek a u lamelových spojek jednostopých vozidel.

Keramické slinované obložení má velmi dobrou odolnost proti opotřebení, velmi vysoký součinitel tření a je necitlivé vůči vysokým teplotám. Používá se především u spojek speciálních vozidel, například u řetězových vozidel a u závodních aut v automobilovém sportu.

Pružení obložení

Je umístěno mezi třecím obložení a umožňuje měkké a netrhavé rozjíždění vozu. Axiální pružení je vytvořeno tak, aby obložení při rozjezdu měkce zabralo a v plně zapojeném stavu přiléhalo celou svou plochou.

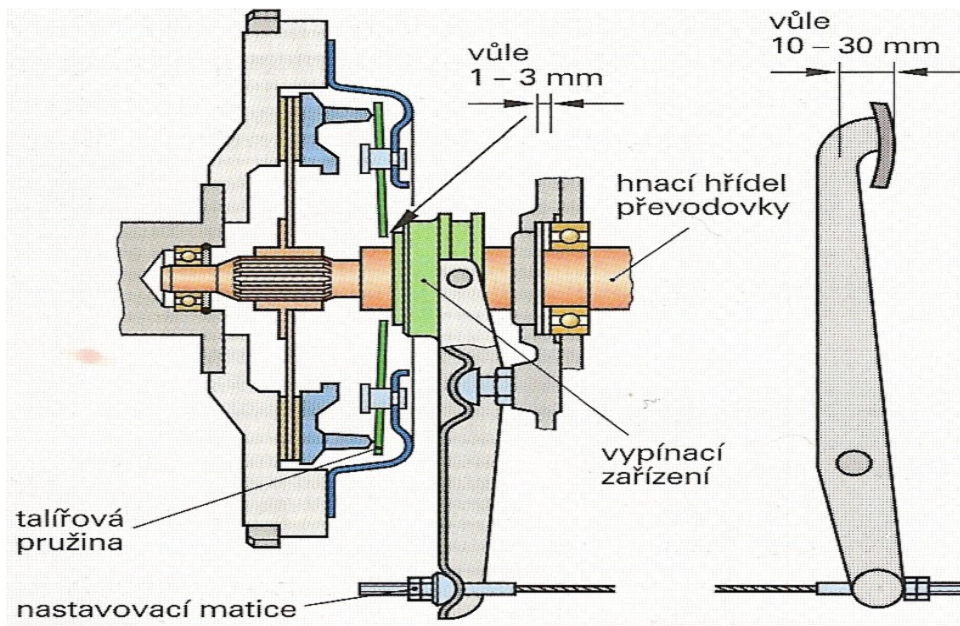
Torzní tlumič

Tlumí torzní kmitání mezi motorem a převodovkou. Skládá se z torzního pružení a třecího zařízení. U torzního pružení je náboj uložen otočně a pružně se opírá o nábojovou přírubu a několik tlumicích pružin naproti unášecímu kotouči a protikotouči. Při zatížení je možné částečné otáčení mezi nábojem a částí kotouče, která nese obložení. Točivý moment určený tlumicími pružinami musí být větší než maximální točivý moment motoru, aby se zamezilo dorazu nábojové příruby na dorazový čep. Třecí zařízení je umístěno v nábojové části a skládá se z jednoho nebo několika třecích kroužků, talířových pružin, pružinového kotouče a opěrného kotouče. Třecí zařízení tlumí torzní kmitání pomocí tření. Axiální přítlačná síla potřebná pro tření se získává od talířové pružiny. Použitím různých pružin, třecích kroužků nebo talířových pružin se mohou změnit vlastnosti tlumení torzních kmitů.

2.9.7. Ovládání spojky

Mechanické ovládání spojky

Síla nohy se přenáší přes páku pedálu, tažné lanko nebo tyč na vypínací zařízení (viz. obrázek č. 5). Převody páky jsou navrženy tak, aby síla nohy potřebná k vypnutí nemusela být příliš velká a dráha pedálu příliš dlouhá.

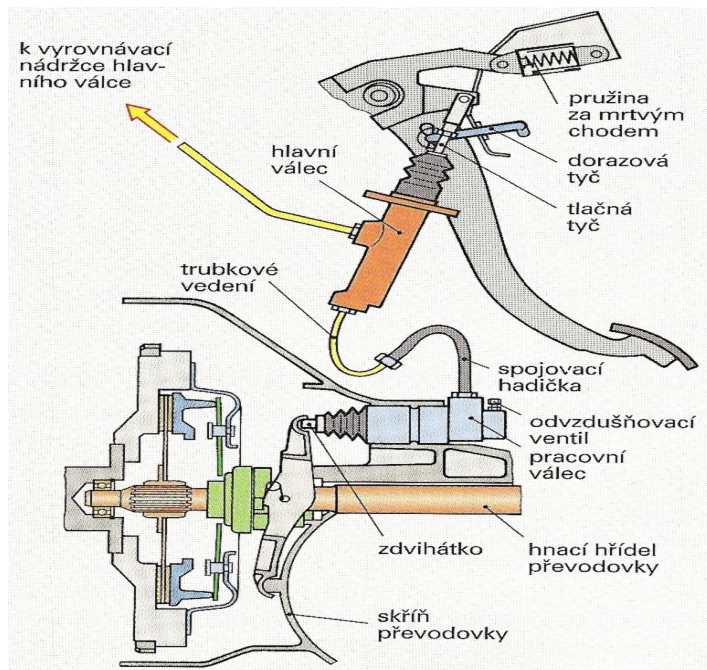


Obrázek 5: Mechanické ovládání spojky

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Hydraulické ovládání spojky

Hydraulická část se skládá z hlavního válce, potrubí, spojovací hadice, pracovního válce a hydraulické kapaliny (viz. obrázek č. 6).



Obrázek 6: Hydraulické ovládání spojky

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Při vypnutí spojky se síla nohy přenáší přes pedál spojky a tyč na píst hlavního válce. Tlak kapaliny vytvořený v tlakovém prostoru hlavního válce se šíří v potrubí a ve spojovací hadici a vytvoří na pístu pracovního válce sílu, která přes vypínací palec a páku spustí vypínací zařízení a tím vypne spojku. Při zapojení posunují talířová pružina, popř. tlakové pružiny a vratné pružiny písty pracovního válce zpět do výchozí polohy. Mezi hlavní výhody hydraulického ovládní spojky oproti mechanickému ovládní spojky patří:

- jednodušší překlenutí velkých vzdáleností mezi pedálem a spojkou, např. u motorů umístěných vzadu,
- zvětšení síly pedálu je možné hydraulickým převodem,
- téměř bezztrátový přenos síly v hydraulické části.

Hlavní válec

Má za úkol vytvářet tlak kapaliny pro hydraulickou část ovládní spojky. Píst je proveden jako dvojitý píst s primární a sekundární manžetou. Primární manžeta uzavírá tlakový prostor, sekundární manžeta utěšňuje směrem ven. Prostor mezi oběma manžetami je vyrovnávacím otvorem spojen s vyrovnávací nádržkou. V klidové poloze pístu je možná výměna objemu mezi tlakovým prostorem a vyrovnávací nádržkou přes vyrovnávací otvor. Jakmile píst přejede vyrovnávací otvor, vytvoří se v tlakovém prostoru tlak kapaliny.

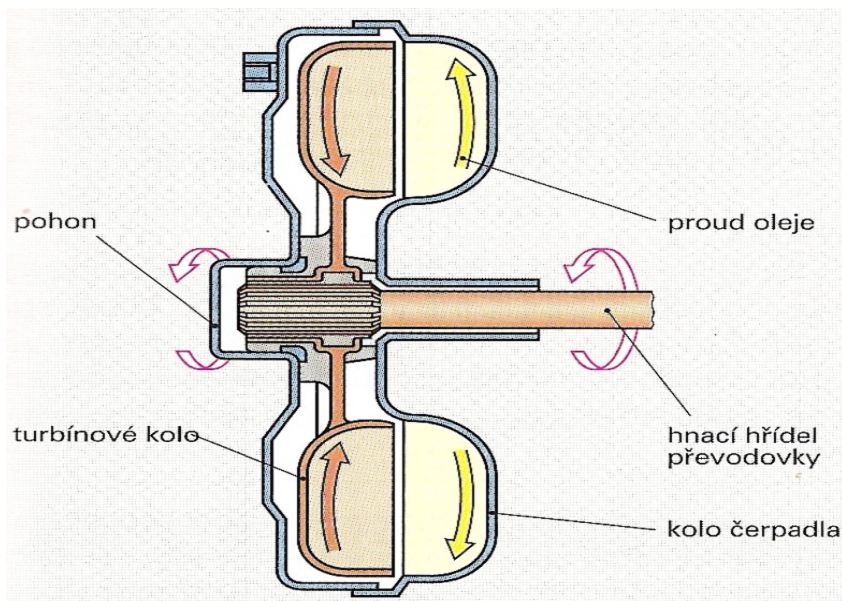
Pracovní válec

Má za úkol přenášet tlak kapaliny vytvořený v hlavním válci jako sílu k ovládní vypínacího zařízení. Skládá se z pouzdra, pístu s manžetou s drážkovým prstencem, odvzdušňovacím ventilem a tlačnou tyčí.³

2.9.8. Hydrodynamická spojka

Je se svým pouzdem přišroubována pomocí příruby na setrvačnicku motoru a skládá se z hnané lopatkové hřídele, turbínového kola a pouzdra a její těleso je vyplněno hydraulickým olejem.

³ Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.



Obrázek 7: Hydrodynamická spojka

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Otáčí-li se poháněnou lopatkovou hřídelí, hydraulický olej sloužící k přenášení síly se rozproudí a přenáší pohybovou energii na turbínové kolo a tím se pohání hnací hřídel převodovky. Při rozjezdu je rozdíl otáček mezi lopatkovou hřídelí a turbínovým kolem největší. Hydrodynamická spojka je pouze rozjezdová spojka. Pracuje tak, že tlumí kmitání a je neopotřebitelná. Točivé momenty může však jen přenášet, ale ne zvětšit.

2.9.9. Elektromagnetická prášková spojka

Elektromagnetické práškové spojky se používají v osobních automobilech u plynulých automatických převodovek jako rozjezdová automatika. Ve spojkovém kotouči je umístěna magnetická cívka, která je připojena na generátorový elektrický obvod. V prstencové šterbině mezi vnitřní stranou unášecího kotouče (vnitřní rotor) a prstencovými drážkami na vnějším obvodu spojkového kotouče (vnější rotor) se nachází jemný železný prášek. Aby se vytvořilo silové spojení mezi vnitřním a vnějším rotorem, přivádí se k magnetické cívce proud. Velikost přiváděného proudu se řídí elektronicky řídicí jednotkou v závislosti na počtu otáček motoru, rychlosti jízdy a poloze pedálu plynu. Točivý moment přenášený elektromagnetickou práškovou spojkou je závislý na velikosti elektromagnetického pole mezi kotoučem spojky (vnitřní rotor). Velikost pole odpovídá přiváděnému proudu. Silové spojení probíhá

od setrvačnicku přes unášecí kotouč, ocelový prášek, spojkový kotouč k poháněné hřídeli převodovky.⁴

2.9.10. Odstředivá spojka

Odstředivé spojky jsou samočinně pracující třecí spojky, u kterých je síla potřebná pro silové spojení vytvářena pomocí odstředivých sil. Odstředivé spojky se používají převážně u motorových kol a mopedů jako takzvané rozjížděcí spojky.

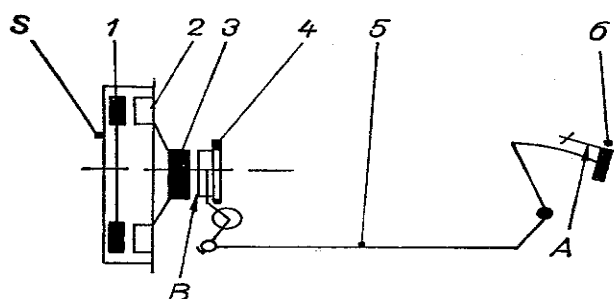
⁴ Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

3. Návrh pohledů a rovin řezů spojky

Účelem výukového modelu spojky je ukázat studentům funkci spojkové skupiny v praxi a umožnit jim si jednotlivé součástky prohlédnout a seznámit se s jejich funkcí v celku. Proto je nutné, aby byl výukový model opravdu funkční a aby ho bylo možné rozebrat na jednotlivé komponenty, které si budou moci studenti prohlédnout. Rozebrání modelu musí být však jednoduché a rychlé. V celém modelu by měly být provedeny řezy tak, aby byly vidět jednotlivé součástky a jejich funkce. Řezy však nemohou zabránit nebo snížit funkci modelu, mají spíše odhalit místa, která by za normálních podmínek nebyla vidět. Hlavními pohledy na výukový model jsou:

- pohled na spojkový kotouč,
- pohled na přitlačný kotouč a na talířovou pružinu,
- pohled na setrvačnick s ozubeným věncem,
- pohled na vypínací ložisko spojky a na vypínací vidlici spojky.

Přes řezy v modelu by měly být zároveň vidět funkční pochody ve spojce, které se odehrávají za provozu. Mělo by být patrné, jak celý mechanismus pracuje při vypnuté spojce a co se děje při spojce sepnuté. Dále by mělo být viditelné, jak funguje spojkové ložisko a jakým způsobem působí na talířovou pružinu. Vidět by měl být také princip funkce talířové pružiny a způsob jejího stlačování. Pro dokonalé pochopení funkce je třeba zachovat součástky v původním funkčně nezměněném stavu. Jedinou součástí, kterou je třeba z důvodu nedostatku místa vyřešit jiným funkčním způsobem, je vypínání spojky. Lanko spojky (viz. obrázek č. 8) je totiž nutné nahradit ruční vypínací pákou. Avšak pro pochopení vypínání spojky není tato změna podstatná.



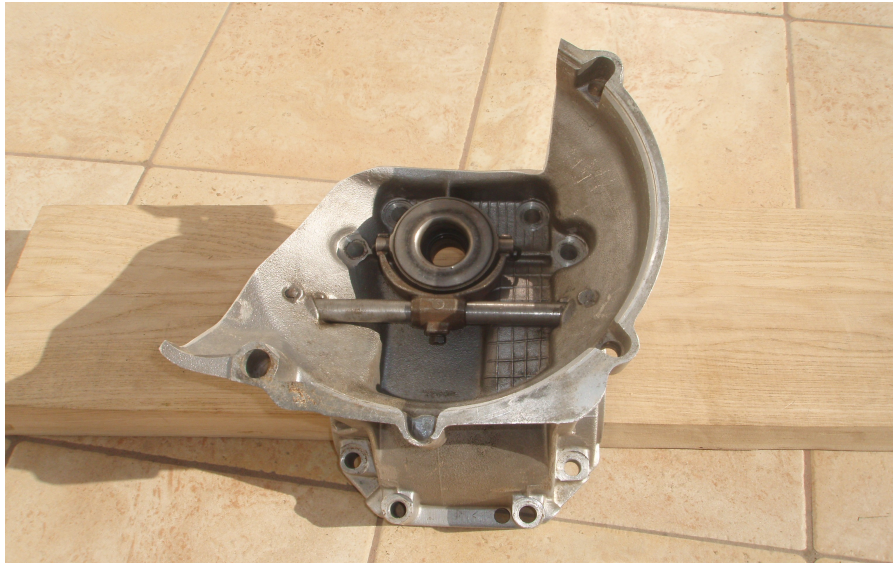
S – setrvačnick; **1** – kotouč spojky; **2** – přitlačný kotouč spojky; **3** – opěrný kroužek přitlačného kotouče; **4** – vypínací ložisko (kroužek); **5** – lanko spojky; **6** – pedál spojky; **A** – vůle na pedálu spojky 20 mm; **B** – vzdálenost opěrného kroužku a vypínacího ložiska 1,5 mm

Obrázek 8: Schéma spojky vozu Wartburg 353W

Pramen: Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-

3.1. Řez skříní spojky

Pro lepší pohled na stavbu a funkci spojky je třeba provést řez skříní spojky. Návrh řezu skříně je patrný z obrázku č. 9.

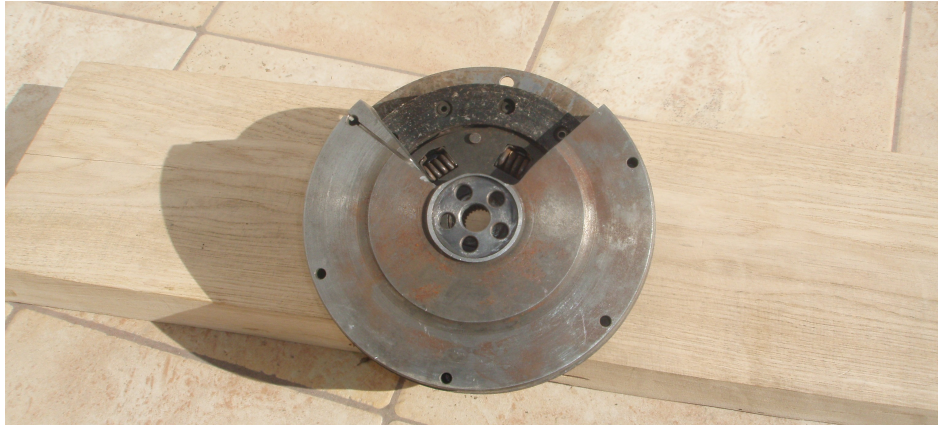


Obrázek 9: Řez skříní spojky

Skříně spojky je vyrobena jako odlitek ze slitiny hliníku, proto je vhodné tento řez provést pomocí úhlové brusky s řezným kotoučem. Po odříznutí části skříně je třeba vzniklé ostré hrany zabrousit pomocí úhlové brusky s lamelovým kotoučem. Takovýto řez zajišťuje dostatečný pohled na mechanismus spojky, aniž by byla snížena tuhost skříně spojky. Pokud by došlo ke snížení tuhosti skříně, tak by při vypínání spojky mohlo dojít k trhlinám. Proto je třeba provést řez tak, aby nebyla snížena tuhost skříně spojky.

3.2. Řez setrvačником

Další součástí, kterou je třeba pro lepší pohled na stavbu spojky upravit řezem, je setrvačnik. Setrvačnik je vzhledem ke své masivní konstrukci lépe řezat pomocí laseru, ale s výkonnější úhlovou bruskou se dá řez provést také. Pro dostatečný pohled na spojkový kotouč postačí řez o velikosti 90°. Po vyříznutí části setrvačniku je taktéž jako u skříně spojky třeba vzniklé hrany zaoblit pomocí úhlové brusky s lamelovým kotoučem. Navržený řez je patrný z obrázku č. 10.



Obrázek 10: Řez setrvačnickem

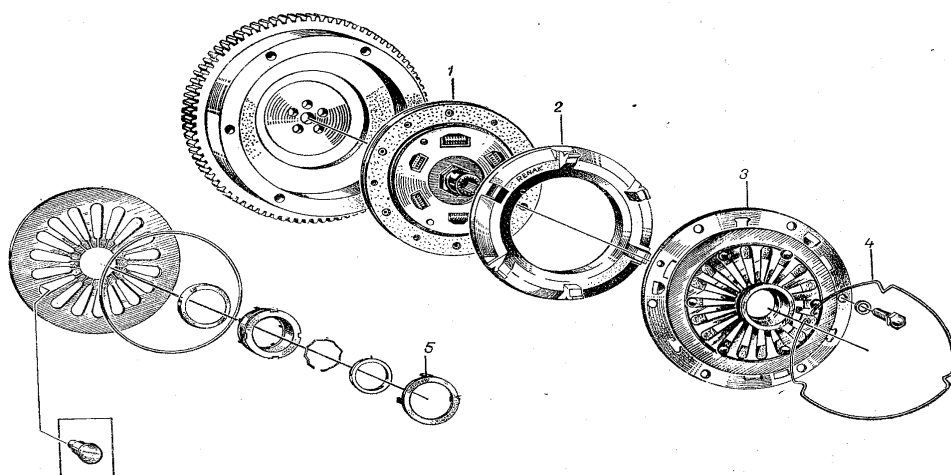
Na setrvačnicku je nalisovaný ozubený věnec, do něhož zapadá pastorek startéru. Při řezání setrvačnicku tento ozubený věnec odpadne, proto je nutné ho po vyříznutí části setrvačnicku zkrátit na stejnou obloukovou míru jako setrvačnick a k setrvačnicku ho přivařit. Přítlačný kotouč i spojkový kotouč jsou ponechány beze změn, aby byla umožněna jejich správná funkce.

4. Realizace výukového modelu spojky

4.1. Demontáž jednotlivých součástí

Předem mého návrhu bych chtěl podotknout, že návrh výukového modelu je u různých druhů spojek konstrukčně odlišný. Proto tento návrh slouží pouze pro jeden mnou zvolený typ spojky, která je použita v určitém vozidle.

Z důvodu dostupnosti jednotlivých dílů a použitých součástí jsem si pro svůj návrh zvolil spojku z vozidla Wartburg 353W. Jedná se o suchou, třecí, jednokotoučovou spojku s talířovou pružinou s tlačným vypínáním. Celé těleso spojky se skládá ze spojkového kotouče, přítlačného kotouče s talířovou pružinou a setrvačníku s ozubeným věncem. Spojka je ovládána přes nožní pedál pomocí lanovodu.



1 – kotouč spojky; 2 – přítlačný kotouč; 3 – talířová pružina; 4 – pružina; 5 – opěrný kroužek

Obrázek 11: Spojková skupina vozu Wartburg 353W

Pramen: Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-84/22 591.

Pro realizaci výukového modelu spojky jsou potřeba tyto součástky:

- skříň spojky s vypínacím ložiskem spojky,
- setrvačnick s ozubeným věncem,
- spojkový kotouč,
- přítlačný kotouč s talířovou pružinou,
- hnací hřídel převodovky.

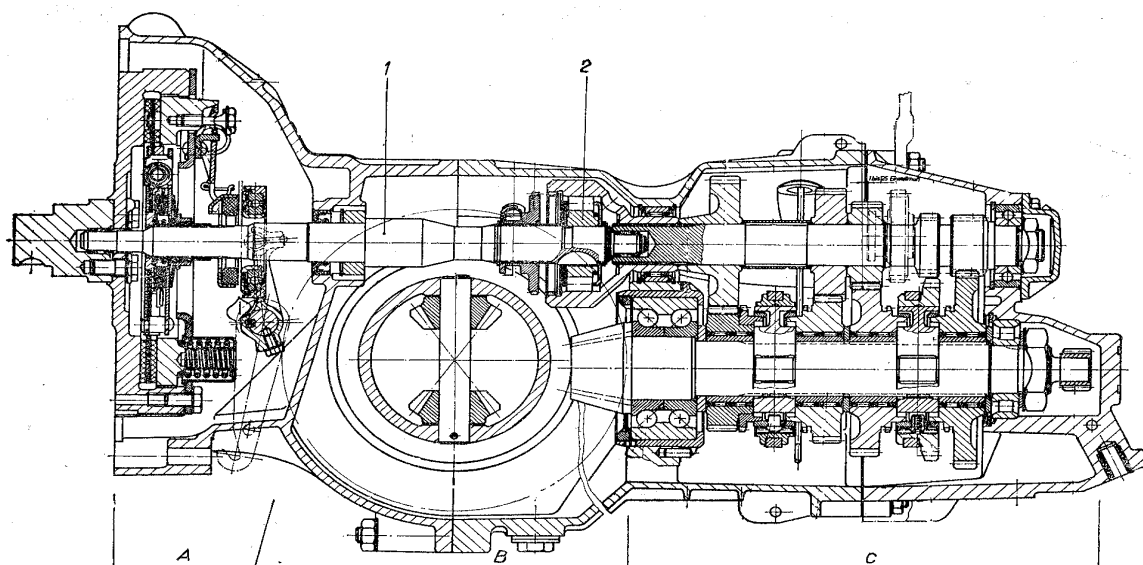
Po demontáži převodovky z vozu je třeba vypustit z převodovky převodový olej a celou skříň převodovky, jejíž součástí je i skříň rozvodovky a skříň spojky, důkladně očistit a odmastit. Mytí převodovky je nejlépe provést pomocí benzínového čističe a ocelového kartáče.

4.2. Demontáž setrvačníku

Dále je nutné oddělit setrvačnick od klikové hřídele motoru. Při jeho demontáži je nejdříve třeba odšroubovat přítlačný kotouč od setrvačnicku, na němž je uchycen pomocí šesti šroubů. Po odmontování přítlačného kotouče vyjmeme ze setrvačnicku spojkový kotouč a tím se odhalí pět šroubů, pomocí kterých je setrvačnick uchycen ke klikové hřídeli motoru. Šrouby jsou proti povolání zajištěny tvarovou podložkou, kterou je třeba nejprve narovnat. Poté je možné šrouby povolit a celý setrvačnick odejmout od klikové hřídele motoru. Setrvačnick se spojkovým a přítlačným kotoučem je třeba také očistit od nečistot a mastnoty, nejlépe benzínovým čističem. Tímto jsou všechny potřebné komponenty odmontované od hnacího ústrojí vozu a připravené pro další realizaci výukového modelu spojky.

4.3. Demontáž hnacího hřídele převodovky

Dalším krokem je demontáž hnacího hřídele převodovky a skříně spojky, jejíž součástí je i část skříně rozvodovky, v níž je uložen diferenciál se stálým převodem, od převodovky samotné.

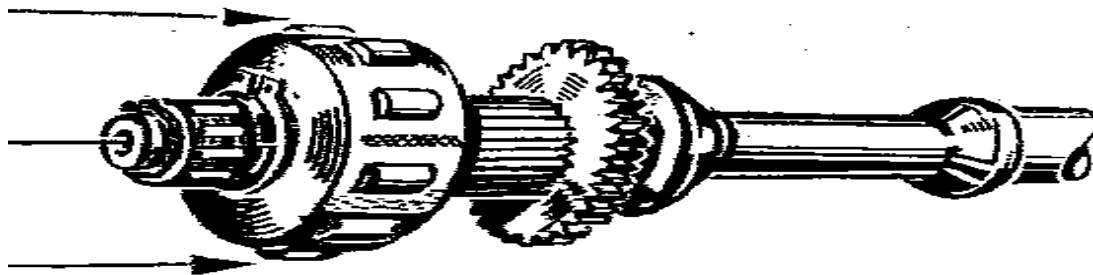


A – skřín spojky; **B** – rozvodovka; **1** – první díl hnacího hřídele; **2** – volnoběžka

Obrázek 12: Řez převodovkou

Pramen: Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-

Skříň spojky je ke skříni převodovky uchycena pomocí osmi šroubů. Tyto šrouby je nutné demontovat. Po odstranění šroubů je možné skříň spojky odejmout od skříně převodovky. Tímto je skříň spojky demontována a připravena pro další realizaci výukového modelu spojky. Po odnětí skříně spojky zůstane ve druhé části skříně rozvodovky diferenciál a hnací hřídel převodovky. Hnací hřídel převodovky je spolu s jádrem a klecí volnoběžky nasunut v unašeči volnoběžky. Aby bylo možné hnací hřídel převodovky vysunout z unašeče volnoběžky, je zapotřebí vyjmout ze skříně rozvodovky diferenciál. Diferenciál lze vyjmout mírným poklepem do unašeče hnacích hřídelí kol. Poté lze vysunout hnací hřídel převodovky z unašeče volnoběžky. Současně je zapotřebí z hnacího hřídele převodovky sejmut jádro volnoběžky.



Obrázek 13: Hnací hřídel převodovky s jádrem volnoběžky

Pramen: Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-84/22 591.

Jádro volnoběžky je na hnacím hřídeli převodovky nasazeno na těsném peru a proti axiálnímu posuvu zajištěno pojistným kroužkem. Po demontáži pojistného kroužku lze jádro volnoběžky nepatrnou silou sejmut z hnacího hřídele převodovky. Tímto krokem je připraven i hnací hřídel převodovky pro další realizaci výukového modelu spojky.

4.4. Uchycení mechanismu spojky ke skříni spojky

Dále je nutné zrealizovat uchycení celého mechanismu spojky ke skříni spojky, aniž by byla znemožněna funkce otáčení spojky a vypínání talířové pružiny. Jelikož je celý mechanismus spojky uložen v setrvačnicku, je třeba vyřešit uchycení setrvačnicku ke skříni

spojky. Toto zajišťuje štít, který je dvěma šrouby uchycen ke skříni spojky a ve svém středu má přivařené pouzdro, na němž je uložen setrvačnick a hnací hřídel převodovky.

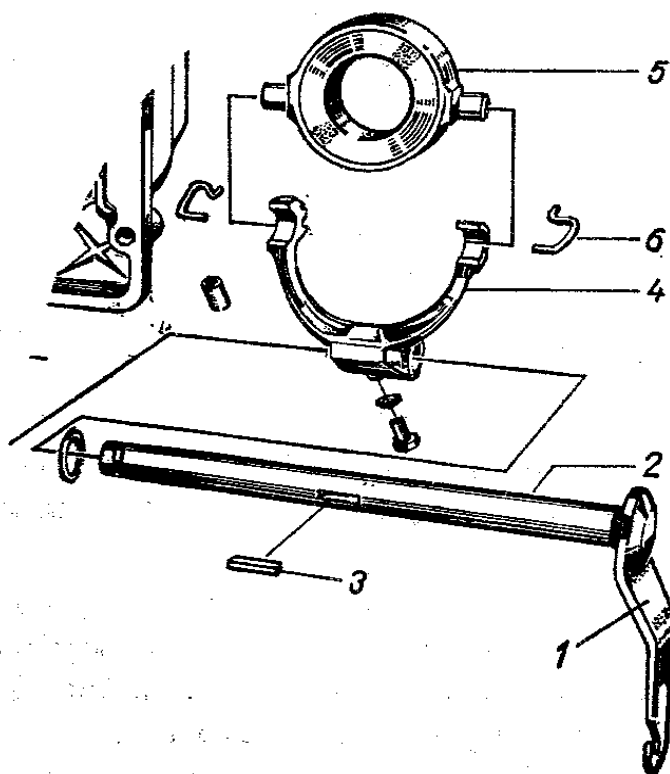


Obrázek 14: Štít

Setrvačnick je v pouzdru uložen kluzně tak, že se může otáčet. Štít je vyroben z ocelového pásu. Na obou svých krajích má vyvrtané otvory, přes které je uchycen ke skříni spojky. Pouzdro uprostřed štítu má otvor, do něhož zapadá hnací hřídel převodovky. Na druhé straně je hnací hřídel převodovky uložena ve skříni spojky. Přítlačný spojkový kotouč je uchycen k setrvačnicku a na opačném konci se opírá o vypínací spojkové ložisko, které je uloženo ve skříni spojky.

4.5. Vypínání spojky

Dále je třeba vyřešit vypínání spojky. Nejjednodušší způsob řešení je na vypínací hřídel spojky přivařit páku, pomocí které se bude ovládat vypínací ložisko spojky. Pro tento krok je nejprve třeba vysunout vypínací hřídel spojky ze skříně spojky. Je nutné povolit závrtný šroub, který zapadá do drážky ve vypínacím hřídeli spojky.



1 – přivařená vypínací páka hřídele spojky; **2** – vypínací hřídel spojky; **3** – pero na zajištění vypínací vidlice; **4** – vypínací vidlice se šroubem; **5** – vypínací ložisko; **6** – upevňovací pružiny

Obrázek 15: Vypínací ústrojí spojky

Pramen: Jindřich, Dršata: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-84/22 591.

Z vypínacího hřídele spojky se musí sejmout vypínací vidlice, která je zde zajištěna pomocí těsného pera a šroubu. Umístění šroubu a závrtného šroubu je patrné z přílohy č. 4. Je-li i vypínací vidlice sejmuta, lze hřídel vytáhnout ze skříně spojky. Na hřídeli je však na jeho konci přivařena vypínací páka hřídele spojky. Tu je třeba odříznout pomocí úhlové brusky s řezným kotoučem. Pak je již možno na hřídel přivařit ruční vypínací páku. Je však důležité přivařit ruční páku na hřídel ve správné poloze, aby po namontování hřídele zpět do

skříň spojky směřovala páka vzhůru. Po přivaření ruční vypínací páky lze hřídel nasadit zpět do skříň spojky a připevnit na ni vypínací vidlici.

4.6. Podstavec pro výukový model

Poslední konstrukční úpravou je uchytit celý výukový model k podstavci. Jako podstavec je vhodné zvolit masivní dubovou desku o rozměrech 800mm×200mm×50mm. Výukový model se k dubové desce uchytil za skříň spojky pomocí dvou šroubů. Aby bylo zabráněno překlopení celého modelu, je třeba mezi podložku a skříň rozvodovky umístit špalík. Zejména masivnost a délka podstavce zabraňují nežádoucímu naklápění výukového modelu při vypínání spojky ruční pákou.

4.7. Povrchové úpravy součástí

Tímto jsou všechny konstrukční kroky k realizaci výukového modelu provedeny a zbývá pouze provést povrchové úpravy jednotlivých komponentů. Pro všechny kovové části modelu, které podléhají korozi, doporučuji provést nátěr základní syntetickou barvou nejlépe šedou. Všechna místa, v nichž byl proveden řez, je třeba natřít červenou barvou, aby bylo patrné, které části komponentů byly vyříznuty. Pro dubovou desku postačí nátěr bezbarvým lakem. Pro lehké ovládání a chod výukového panelu je třeba namazat vypínací ložisko spojky olejem a pouzdro, v němž je uchycen setrvačnick a hnací hřídel převodovky, ošetřit mazacím tukem.

4.8. Použití výukového modelu spojky

Jak je již z názvu modelu patrné, model slouží k výuce funkce a konstrukce spojkové skupiny automobilu. Celý systém je rozebíratelný pomocí dvou šroubů přichycujících štít, na kterém je upevněn setrvačnick ke skříni spojky. Dále je možné odmontovat přítlačný kotouč od setrvačnicku a vyjmout z něho spojkový kotouč. Jeli model takto rozebrán, mohou si studenti jednotlivé součásti prohlédnout a nastudovat jejich konstrukci. Ve skříni spojky je vidět celý mechanismus spojkového ložiska, takže je možné vysvětlit a ukázat princip jeho funkce.

Dále studenti mohou shlédnout spojkový kotouč a jeho konstrukci. Mohou vidět spojkové obložení, popřípadě spočítat jeho činnou plochu. Na přítlačném kotouči si mohou prohlédnout talířovou pružinu, štít spojky a samotný přítlačný kotouč.

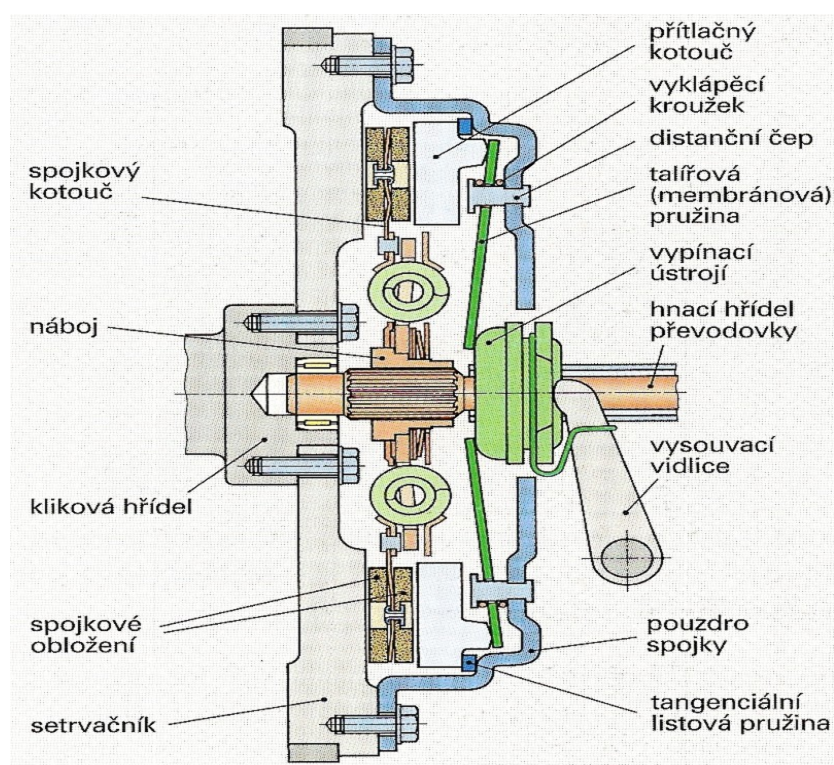
Co se týká funkčních stavů spojky, lze na modelu demonstrovat otáčení setrvačnicku s celým mechanismem spojky při sepnuté spojce tím, že se otáčí hnacím hřídelem

převodovky. Tím student získá představu o tom, jak funguje spojka při sepnutém stavu. Dále lze demonstrovat funkci vypínání spojky tím, že se otáčí hnacím hřídelem převodovky a současně se tlačí na ruční vypínací páku spojkového ložiska, než dojde k prokluzu mezi spojkovým a přitlačným kotoučem. Aby došlo k prokluzu spojky, není nutné oddálit přitlačný kotouč od spojkového kotouče, nýbrž stačí pouze snížit přitlačnou sílu od talířové pružiny. Tento princip lze studentům jednoduchým způsobem na modelu ukázat.

Třetím stavem, který lze na modelu prakticky ukázat, je stav vypnuté spojky. Tohoto stavu se docílí, bude-li se tlačít na vypínací páku spojkového ložiska tak silně, že se talířová pružina stlačí na maximum a přitlačný kotouč se oddálí od spojkového. V tomto momentu lze otáčet hnací hřídelí převodovky. Je vidět, jak se v setrvačnicku otáčí spojkový kotouč, aniž by přenášel jakýkoliv točivý moment na setrvačnick. Vzhled celého výukového modelu je patrný z přílohy č. 2.

5. Grafický návrh posteru

Z výukového posteru by mělo být patrné, kde se v celém mechanismu nachází jednotlivé části a jaká je jejich funkce. Dále by bylo vhodné vynést od jednotlivých součástek odkaz, kde by byl uveden jejich přesný název. Hlavní celek spojky bude situován v levé části posteru a jednotlivé odkazy by měli být vynášeny okolo. Místo pro uvedení výpočtu základních parametrů spojky by bylo vhodné ponechat v pravé části posteru. Je třeba zvolit vhodný obrázek, ze kterého bude patrná každá součást spojky. Jelikož poster bude umístěn v prosklené vitríně o rozměrech 800 x 1200 mm, neměl by být problém s rozpoznatelností jednotlivých dílů i z dálky. Jako hlavní vyobrazení spojky postačí následující obrázek:



Obrázek 16: Schéma spojky pro poster

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Z obrázku jsou patrné veškeré součásti spojkového mechanismu a je zde vidět jejich přesné umístění. Od jednotlivých součástí je vyneseno odkaz a jsou u nich uvedeny přesné názvy. Pro představu stavby a pojmenování součástí postačí obrázek s popisky, ale v posteru je třeba ještě uvést výpočet základních parametrů spojky. Celý poster je patrný z přílohy č. 1. Pro rychlé seznámení s problematikou výpočtu některých partií spojky jsou vhodné následující výpočty.

5.1. Návrh výpočtů pro poster

5.1.1. Bezpečnost spojky

$$M_{SP} = M_M \cdot \beta \quad [\text{Nm}]$$

β – koeficient bezpečnosti spojky – uplatňuje se při poklesu součinitele tření f nebo při poklesu přitlačné síly F

M_M – moment od motoru

M_{SP} – moment přenášený spojkou

Tabulka velikosti koeficientu bezpečnosti spojky β

Druh vozidla	β
Osobní automobil	1,1 – 1,75
Nákladní automobil	1,4 – 2,2
Tahač	1,8 – 3

5.1.2. Návrh vnějšího průměru spojky

$$D_M = k \cdot \sqrt{M_M} \quad [\text{mm}]$$

k – součinitel velikosti spojky

M_M - maximální moment od motoru

Tabulka velikosti součinitele velikosti spojky

Druh spojky	k
Jednokotoučová spojka	14 – 21
Dvoukotoučová spojka	11 – 16

5.1.3. Měrný tlak mezi třecími plochami

$$p = \frac{F_P}{S} \quad [\text{MPa}]$$

$$S = \frac{\pi \cdot (D_M^2 - D_m^2)}{4} \cdot \gamma \quad [\text{mm}^2]$$

γ - součinitel plnosti obložení – bývá 0,85 – 0,9

Tabulka velikosti dovoleného tlaku p_{DOV} a součinitele smykového tření f v závislosti na druhu obložení

Druh obložení	p_{DOV} [MPa]	f
Na bázi osinku	0,13 – 0,25	0,25 – 0,35
Kovokeramické	0,3 – 0,6	0,35 – 0,4
Kovové	0,2 – 0,25	0,18 – 0,2

5.1.4. Třecí práce

$$A_C = \frac{1}{2} \cdot I_R \cdot \omega_H^2 \quad [\text{J}]$$

I_R – moment setrvačnosti hnaných částí

ω_H – úhlová rychlost hnacích částí

$$I_R = \frac{m_a \cdot \vartheta \cdot r_d^2}{i_c^2} \quad [\text{kg} \cdot \text{mm}^2]$$

ϑ - součinitel vlivu rotujících hmot

r_d – dynamický poloměr kola

i_c – celkový převod mezi spojkou a koly

m_a – hmotnost automobilu

5.1.5. Ohřev spojky

$$t = \frac{A_C \cdot \chi}{M_M \cdot c} \quad [^\circ\text{C}] \quad - \text{maximální } t = 15^\circ\text{C}$$

χ - součinitel převodu tepla do ohřívané části

c – měrné teplo [$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$] pro ocel $c = 460$, pro litinu $c = 540$

Tabulka velikosti součinitele převodu tepla do ohřívané části χ

Druh spojky	χ
Jednokotoučová a dvoukotoučová	1/2
Tříkotoučová	1/3

5.1.6. Návrh průměru hřídele spojky

$$d = (5 - 6) \cdot \sqrt[3]{M_{Max}} \quad [\text{mm}]$$

M_{Max} - maximální přenášený moment

5.1.7. Statické zatížení ložiska spojky

$$F_o \leq \frac{1}{2} C_o$$

F_o - obvodová síla na ložisku (počítá se pro první převodový stupeň)

C_o - statická únosnost ložiska

5.1.8. Kontrola drážkování spojkového hřídele

$$p_o = \frac{2 \cdot M_{Max}}{D_s \cdot f \cdot l} \leq p_{Dov} \text{ [MPa]}$$

f - skutečná účinná plocha boků všech drážek připadající na jeden milimetr délky náboje

l - délka náboje na níž jsou hnací kotouče

$$f = 0,75 \cdot n \cdot \left(\frac{D - d}{2} - 2c \right) \text{ [mm]}$$

n – počet drážek

c – zaoblení drážek

D – vnější průměr drážkování

d – vnitřní průměr drážkování

5.2. Účel a druhy spojek používané v silničních vozidlech.

Jak je již v druhé kapitole řečeno, hlavním úkolem spojky je přenášet točivý moment od motoru k převodovce a umožňovat pozvolné rozjíždění vozu. U dnes vyráběných automobilů stále převažuje již velmi dlouho používaná třecí spojka s talířovou pružinou. Podle toho jak velký točivý moment je třeba přenášet se používají buď spojky jednokotoučové nebo dvukotoučové. Jako rozjezdová spojka se dnes velmi často používá hydrodynamická spojka, převážně ve spojení s automatickými převodovkami.

5.3. Místa spojky, která jsou při provozu nejvíce namáhána a opotřebováána

Mezi nejvíce namáhané a opotřebovávané součásti spojky patří spojkové obložení. Je proto třeba dbát na stav opotřebení obložení, aby se zabránilo poškození dalších částí hnacího ústrojí automobilu. Při použití spojkového obložení ze slinovaných destiček, je naopak příliš opotřebovávaný přitlačný kotouč a setrvačnick. Proto je nutné při použití tohoto druhu obložení zvolit i vhodný materiál přitlačného kotouče a setrvačnicku. Další součástí, která patří mezi nejvíce namáhané součásti, je spojkové ložisko. Aby nedošlo k jeho zadření, nesmí být pedál spojky sepnutý příliš dlouho.

5.4. Výpočet upravované spojky

Zadané parametry:

Maximální moment motoru: $M_m = 98 \text{ Nm}$

Vnější průměr obložení: $D = 180 \text{ mm}$

Vnitřní průměr obložení: $d = 130 \text{ mm}$

Bezpečnost spojky: $\beta = 1,3$

Součinitel tření: $\mu = 0,3$

Součinitel plnosti obložení: $\gamma = 0,9$

Přípustný měrný tlak na obložení: $p_{dov} = 0,3 \text{ MPa}$

$$M_{SP} = M_M \cdot \beta = 98 \cdot 1,3 = 127 \text{ Nm}$$

$$F_P = \frac{M_{SP}}{\mu \cdot i \cdot R_{stř}} = \frac{127}{0,3 \cdot 2 \cdot 0,0775} = 2731 \text{ N}$$

$$R_{stř} = \frac{R + r}{2} = \frac{90 + 65}{2} = 77,5 \text{ mm}$$

$$p = \frac{F_P}{S} = \frac{2731}{10956} = 0,24 \text{ MPa} < p_{dov} \Rightarrow \text{spojka vyhovuje}$$

$$S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot \gamma = \frac{\pi \cdot (180^2 - 130^2)}{4} \cdot 0,9 = 10956 \text{ mm}^2$$

5.4.1. Příklad pro studenty

Stanovte kolik je třeba použít třecích kotoučů u třecí spojky, aby byla schopná přenést požadovaný točivý moment.

Zadané parametry:

Maximální moment motoru: $M_m = 150 \text{ Nm}$

Vnější průměr obložení: $D = 200 \text{ mm}$

Vnitřní průměr obložení: $d = 140 \text{ mm}$

Bezpečnost spojky: $\beta = 1,6$

Součinitel tření: $\mu = 0,4$

Součinitel plnosti obložení: $\gamma = 0,85$

Přípustný měrný tlak na obložení: $p_{dov} = 0,22 \text{ MPa}$

5.5. Závěr

V závěru práce bych rád uvedl, že samotná realizace výukového modelu vyžaduje určitou dávku zručnosti a přistoupení na některé kompromisy.

V práci je detailně popsáno jakým způsobem se samotná realizace modelu provádí a jaké kroky je nutné provést k jeho zhotovení. Je zde vysvětleno jaké úpravy jsou třeba provést na jednotlivých součástkách a jak se model po úpravě součástek sestaví. Dále práce obsahuje návrh výukového posteru, z něhož jsou patrné základní konstrukční výpočty spojky. V neposlední řadě je v práci popsáno, jakým způsobem se má provádět výuka na výukovém modelu a co lze studentům na modelu ukázat.

Tato práce by měla být přínosem nejen pro studenty ale i pro vyučující ve smyslu zjednodušení jejich práce, která doposud spočívala pouze v teoretickém výkladu. Pro studenta je mnohem lepší praktická zkušenost s vykládaným problémem než pouhá teorie. Proto je tato práce přínosem ve výuce konstrukce motorových vozidel.

Jistě by bylo vhodnější pro lepší studentovu představu funkce spojky použít pro pohon hnacího hřídele převodovky elektromotor a neotáčet hnací hřídelí převodovky pouze ručně. Tím by ale celé řešení výukového modelu bylo mnohem složitější a konstrukčně náročnější. Dalším vylepšením by mohlo být použití nožního pedálu pro vypínání spojky namísto ruční ovládací páky. Pro toto řešení by ale bylo zapotřebí mnohem více místa. Pro studentovu představu o funkci a konstrukci spojky tento model postačí, čímž je náplň práce splněna.

Použitá literatura

- [1] Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechanika. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.
- [2] Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-84/22 591.
- [3] Horst, Ihling.: Pomož si sám. Nakladatelství PRAVDA, Bratislava 1973, 1197/I-OR-1973.
- [4] Udžovací příručka. Nakladatelství VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG, Eisenach 1977, KG B 3/15/77.
- [5] Vlk, František.: Převodová ústrojí motorových vozidel. Nakladatelství VLK, Brno 2006, ISBN 80-239-6463-1.
- [6] Ing. Zdeněk Jan, Ing. Vémola Aleš, Ing. Ždánský Bronislav.: Automobily II. Nakladatelství TECHNICKÉ PŘEKLADATELSTVÍ A VYDAVATELSTVÍ, Brno, 49715-2.
- [7] Vlastní poznámky z přednášek a cvičení.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Velikosti koeficientu bezpečnosti spojky β	11
Tabulka 2: Velikosti součinitele velikosti spojky k	12
Tabulka 3: Velikost dovoleného tlaku p_{DOV} a součinitele smykového tření f v závislosti na druhu obložení	12
Tabulka 4: Velikosti součinitele převodu tepla do ohřívané části χ	13
Tabulka 5: Velikost pracovního zdvihu pružiny a souvisejícího zdvihu přítlačného kotouče.	14

Seznam obrázků

Obrázek 1: Centrálně vedené vypínací ústrojí.....	17
Obrázek 2: Centrálně vedené hydraulické vypínací ústrojí.....	18
Obrázek 3: Tlačné a tažné vypínání spojky.....	19
Obrázek 4: Lamelová spojka.....	21
Obrázek 5: Mechanické ovládání spojky.....	23
Obrázek 6: Hydraulické ovládání spojky.....	23
Obrázek 7: Hydrodynamická spojka.....	25
Obrázek 8: Schéma spojky vozu Wartburg 353W	27
Obrázek 9: Řez skříní spojky.....	28
Obrázek 10: Řez setrvačником.....	29
Obrázek 11: Spojková skupina vozu Wartburg 353W	30
Obrázek 12: Řez převodovkou	32
Obrázek 13: Hnací hřídel převodovky s jádrem volnoběžky.....	33
Obrázek 14: Štít.....	33
Obrázek 15: Vypínací ústrojí spojky.....	35
Obrázek 16: Schéma spojky pro poster.....	38

Seznam příloh

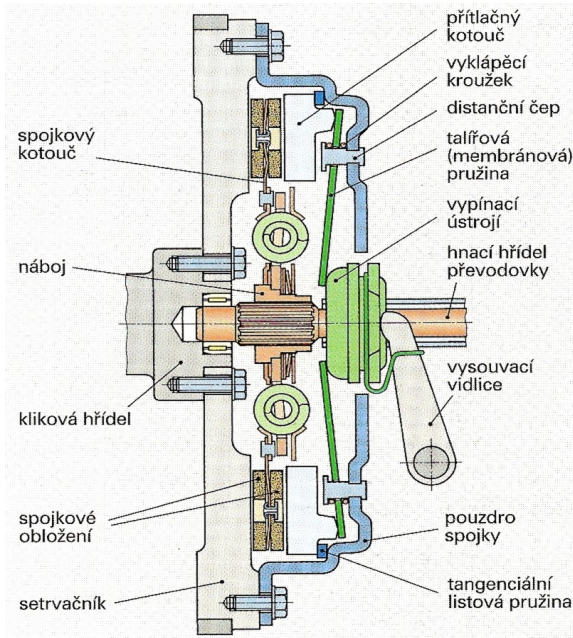
Příloha č. 1: Výukový poster spojky.....	47
Příloha č. 2: Pohled na výukový model.....	47
Příloha č. 3: Jednokotoučová spojka s obvodovými pružinami.....	48
Příloha č. 4: Upevňovací prvky hřídele vypínacího ložiska spojky.....	49

Příloha č. 1: Výukový poster spojky

Výukový poster spojky



Těsálek Lukáš
e-mail: tleskall@seznam.cz



Výpočet základních parametrů spojky

Bezpečnost spojky

$$M_{sp} = M_M \cdot \beta$$

β - koeficient bezpečnosti spojky - uplatňuje se při poklesu součinitele tření f nebo při poklesu přitlačné síly F

M_M - moment od motoru

M_{sp} - moment přenášený spojkou

Tabulka velikosti koeficientu bezpečnosti spojky β

Druh vozidla	β
Osobní automobil	1,1 - 1,75
Nákladní automobil	1,4 - 2,2
Tahač	1,8 - 3

Měrný tlak mezi třecími plochami

$$p = \frac{F_p}{\pi \cdot (D_M^2 - D_m^2) \cdot \gamma}$$

γ - součinitel plnosti obložení - bývá 0,85 - 0,9

Tabulka velikosti dovoleného tlaku p_{pov} a součinitele smyčkového tření f v závislosti na druhu obložení

Druh obložení	Epox (MPEa)	f
Na bázi osmíku	0,13 - 0,25	0,25 - 0,35
Kovokeramické	0,3 - 0,6	0,35 - 0,4
Kovové	0,2 - 0,25	0,18 - 0,2

Ohřev spojky

$$t = \frac{A_c \cdot \lambda}{M_M \cdot c} [^\circ\text{C}] - \text{maximální } t = 15^\circ\text{C}$$

λ - součinitel převodu tepla do ohřívané části

c - měrné teplo [$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$] pro ocel $c = 460$, pro litinu $c = 540$

Návrh průměru hřídele spojky

$$d = (5 - 6) \sqrt[3]{M_{Max}}$$

M_{Max} - maximální přenášený moment

Statické zatížení ložiska spojky

$$F_O \leq \frac{1}{2} C_O$$

F_O - obvodová síla na ložisku (počítá se pro první převodový stupeň)

C_O - statická únosnost ložiska

Kontrola drážkování spojkového hřídele

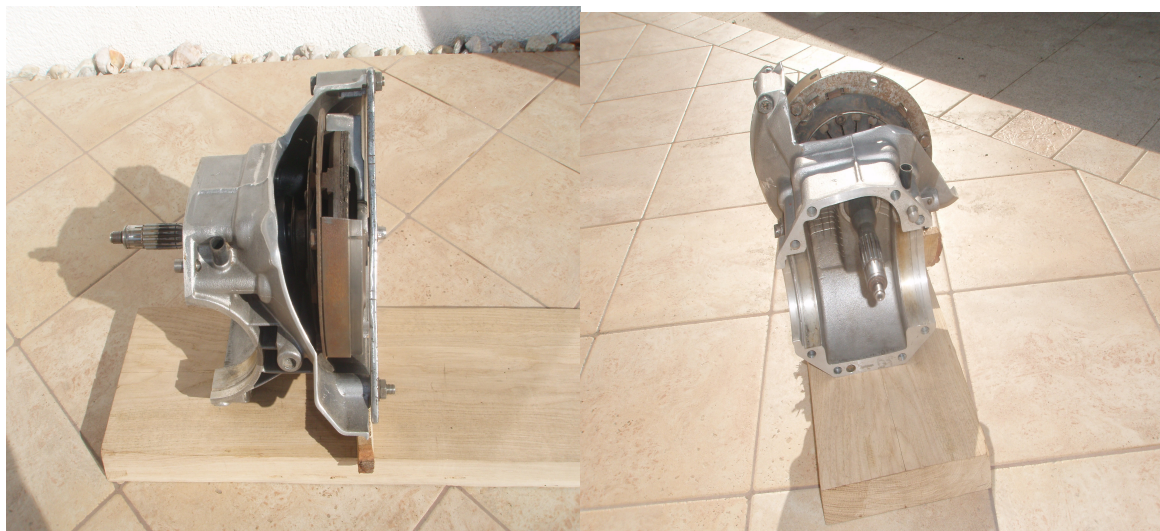
$$p_o = \frac{2 \cdot M_{Max}}{D_M \cdot f \cdot l} \leq p_{Dov}$$

f - skutečná účinná plocha boků všech drážek připadající na jeden milimetr délky náboje
 l - délky náboje ne niž jsou hnací kotouče

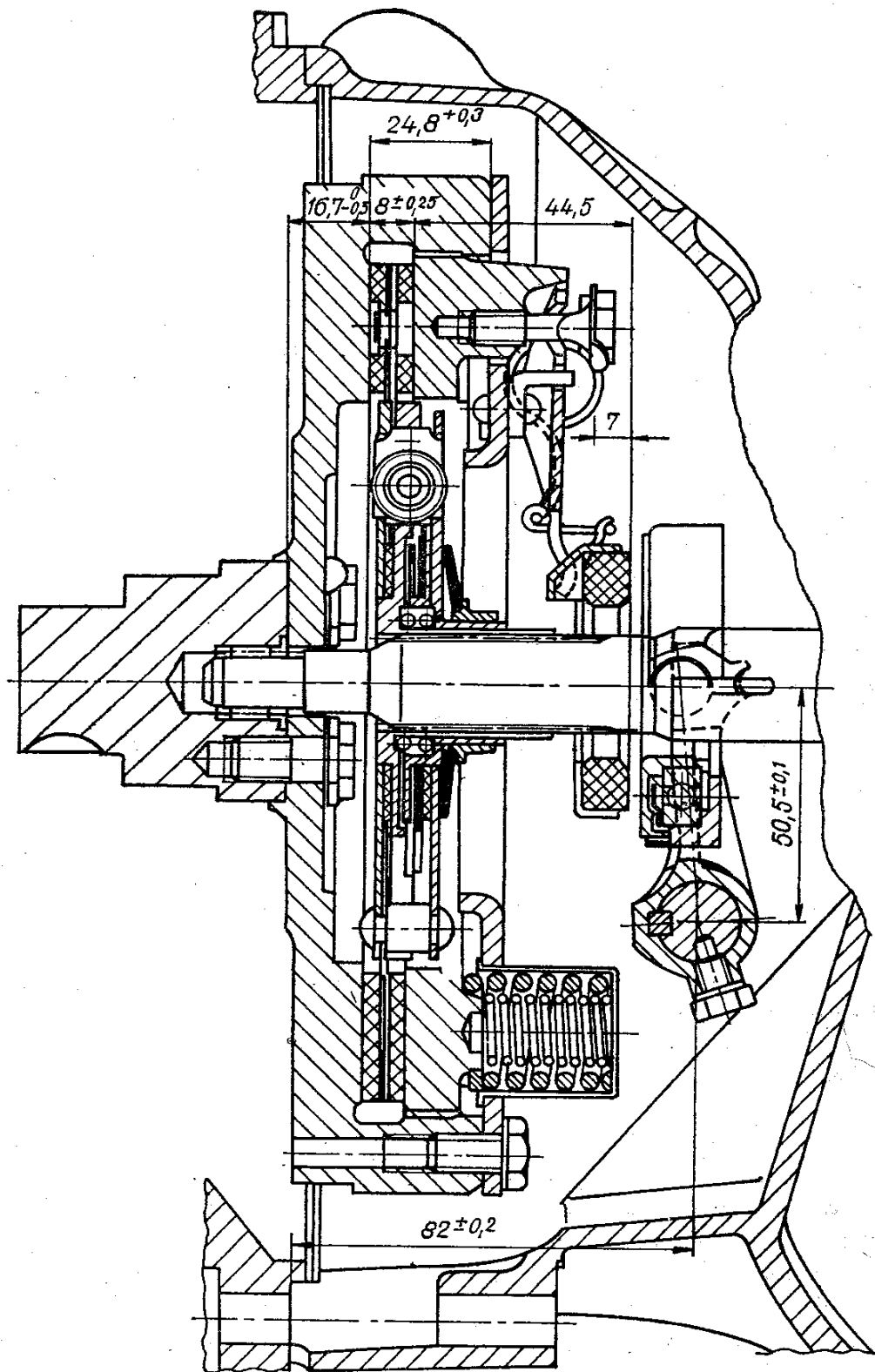
$$f = 0,75 \cdot \pi \left(\frac{D-d}{2} - 2c \right)$$

Pramen: Rolf, Gscheidle a kolektiv.: Příručka pro automechaniku. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2002, ISBN 80-85920-83-2.

Příloha č. 2: Pohled na výukový model

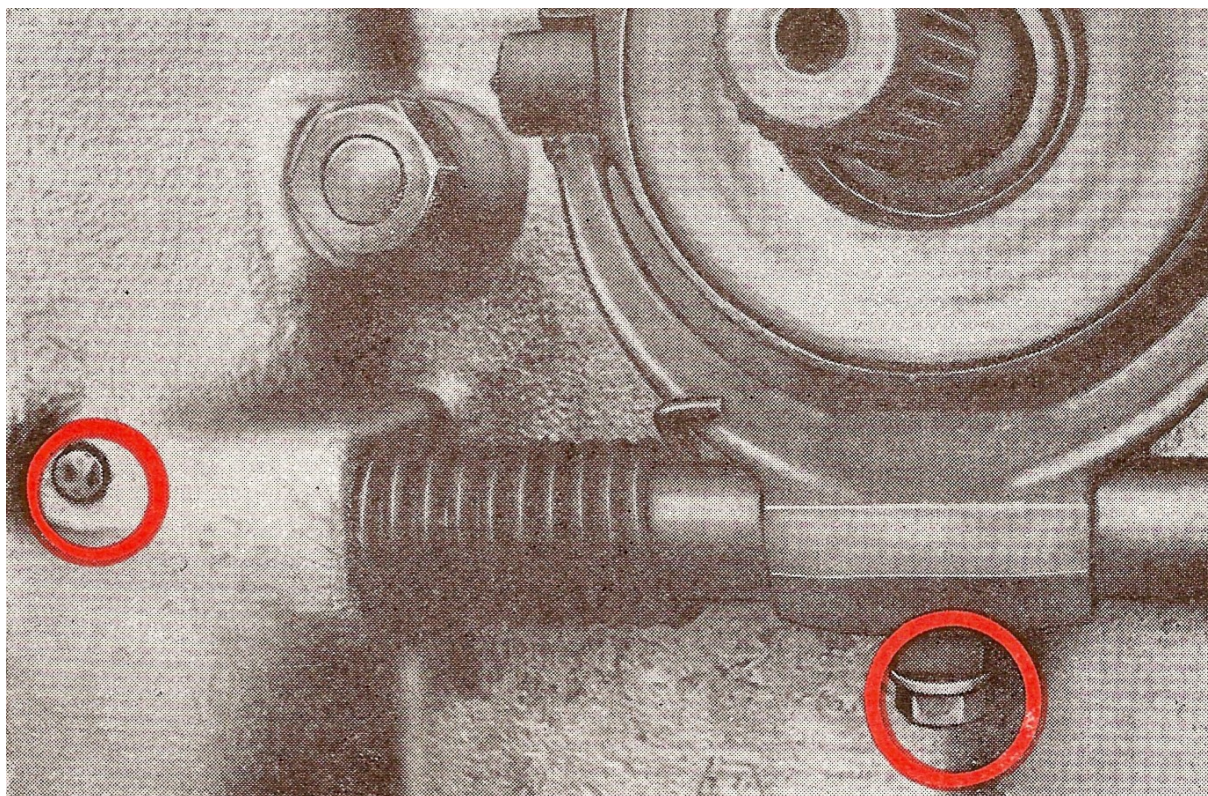


Příloha č. 3: Jednokotoučová spojka s obvodovými pružinami



Pramen: Horst, Ihling.: Pomož si sám. Nakladatelství PRAVDA, Bratislava 1973, 1197/I-OR-1973.

Příloha č. 4: Upevňovací prvky hřídele vypínacího ložiska spojky



Pramen: Jindřich, Dršata.: Údržba a opravy vozů Wartburg. Nakladatelství SNTL, Praha 1976, L13-B2-II-84/22 591.