

TRAKTORY A AUTOMOBILY

1

LADISLAV STACHO

MARIÁN DUŠINSKÝ

ANTON PLOSKUŇÁK



Traktory a automobily 1

Ing. Ladislav Stacho, Ing. Marián Dušínský, Ing. Anton Ploskuňák

Traktory a automobily 1

**pre 2. ročník študijného odboru 4243 6 00
mechanizácia pôdohospodárstva**



Recenzenti: Ing. Dagmar Vašová
Ing. Vladimír Fabšík
Ing. Michal Juhaniak

Copyright © 2006, 2019, 2022 by Ladislav Stacho, Marián Dušínský, Anton Ploskuňák
Slovak edition © 2022 by IKAR, a.s.

„Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky schválilo pod č. 2021/16973:5-A2201 didaktický prostriedok Traktory a automobily 1. Schvaľovacia doložka nadobúda účinnosť 5. októbra 2021 a má platnosť do 31. augusta 2026.“

ISBN 978-80-551-9709-8

OBSAH

1 ÚVOD (Ing. Stacho)	9
1.1 História vzniku automobilov	9
1.2 Rozdelenie motorových vozidiel podľa účelu, konštrukcie a vyhotovenia	11
1.2.1 Rozdelenie traktorov podľa určenia	14
1.3 Časti motorových vozidiel, ich hlavný účel, základná terminológia a technické údaje	15
1.3.1 Účel jednotlivých častí motorových vozidiel a základná terminológia	15
1.3.1.1 Činnosť spaľovacieho motora	18
1.3.2 Technické údaje motorových vozidiel	26
1.4 Vplyv motorových vozidiel na životné prostredie	28
<i>Otázky a úlohy</i>	30
2 MECHANIKA MOTOROVÝCH VOZIDIEL (Ing. Ploskuňák)	31
2.1 Statické zaťaženie náprav	31
2.2 Určenie polohy ťažiska	32
2.2.1 Určenie ťažiska výpočtom	32
2.2.2 Určenie ťažiska experimentálne	33
2.3 Hnacia sila motora	35
2.4 Sily pôsobiace na idúci dopravný prostriedok	37
2.5 Jazdné odpory	37
2.5.1 Odpor valenia	37
2.5.2 Odpor vzduchu	39
2.5.3 Odpor zotrvačnosti	40
2.5.4 Odpor stúpania	41
2.5.5 Odpor ťahu	42
2.6 Dynamické zaťaženie náprav pri pôsobení hnacej sily	43
2.6.1 Sily pôsobiace na idúci automobil	43
2.6.2 Dynamika automobilu pri pôsobení brzdnnej sily	44
2.7 Stabilita motorového vozidla pri jazde v zákrute a na svahu	45
2.7.1 Jazda vozidla v zákrute na vodorovnej rovine	45
2.7.2 Jazda vozidla v zákrute na vozovke s priečnym sklonom	47
<i>Otázky a úlohy</i>	48
3 MOTOROVÉ PALIVÁ A MAZADLÁ (Ing. Ploskuňák)	49
3.1 Spôsoby výroby palív pre piestové spaľovacie motory	49
3.1.1 Palivá	49
3.1.2 Spaľovanie a energetická hodnota palív	49
3.1.3 Ropa	51

3.1.4 Chemické procesy pri výrobe kvapalných palív	51
3.2 Palivá pre zážihové motory	52
3.2.1 Benzín	52
3.2.2 Antidetonačné vlastnosti benzínu	53
3.2.3 Antidetónátory	53
3.3 Palivá pre vznetové motory	54
3.3.1 Motorová nafta	54
3.3.2 Akostné ukazovatele motorovej nafty	54
3.4 Mazacie oleje a mazivá	55
3.4.1 Základy tribológie	55
3.4.2 Trenie	55
3.4.3 Charakteristika a rozdelenie mazív	56
3.4.4 Vlastnosti mazacích olejov	57
3.4.5 Výroba mazacích olejov	57
3.4.6 Motorové oleje	57
3.4.7 Prevodové oleje	60
3.4.8 Plastické mazivá	61
3.5 Smery vývoja nových palív pre spaľovacie motory	61
<i>Otázky a úlohy</i>	62

4 TEPELNÉ PROCESY PIESTOVÝCH SPAĽOVACÍCH

MOTOROV (Ing. Ploskuňák)	63
4.1 Spaľovanie kvapalných a plynných palív	63
4.1.1 Zloženie a vlastnosti bežných kvapalných palív	63
4.1.2 Množstvo vzduchu	65
4.1.3 Chemická účinnosť spaľovania	65
4.2 Stavové rovnice plynov	66
4.2.1 Zmeny stavu plynu	66
4.2.2 Ideálny tepelný obeh	67
4.3 Ideálny obeh zážihového motora	68
4.4 Porovnávaci ideálny kombinovaný obeh	69
4.5 Pracovné obeh	70
4.5.1 Činnosť štvortaktného zážihového motora	70
4.5.2 Činnosť dvojtaktného zážihového motora	71
4.5.3 Činnosť dvojtaktného vznetového motora	72
4.5.4 Činnosť štvortaktného vznetového motora	72
4.5.5 Výhody a nevýhody dvojtaktného zážihového motora v porovnaní so štvortaktným motorom	73
4.6 Tepelná bilancia motora	74
4.6.1 Využitie tepla	74
4.6.2 Spotreba paliva a tepla	75
4.6.3 Užitočná účinnosť motora	76
4.6.4 Rozbor strát	76
4.7 Rozbor spaľovacích procesov	77

4.7.1	Posúdenie indikátorových diagramov	79
4.8	Výpočet hlavných rozmerov motora	81
4.8.1	Rozmery valca a kompresný pomer	81
4.8.2	Kinematika kľukového ústrojenstva	82
4.8.3	Indikovaný výkon motora	84
4.8.4	Mechanická účinnosť a efektívny výkon	85
4.8.5	Krútiaci moment	86
4.8.6	Určenie základných rozmerov motora	87
	<i>Otázky a úlohy</i>	89
5	SPALOVACIE MOTORY (Ing. Dušínský)	90
5.1	Pevné časti spalovacích motorov	90
5.1.1	Kľukové skrine piestových motorov	90
5.1.2	Valce motorov	93
	<i>Otázky a úlohy</i>	97
5.1.3	Hlavy valcov motorov	97
	<i>Otázky a úlohy</i>	102
5.1.4	Spalovacie priestory piestových motorov	103
	<i>Otázky a úlohy</i>	107
5.1.5	Nasávacie potrubie a čističe vzduchu	107
5.1.6	Výfukové potrubie a tlmiče výfuku	109
	<i>Otázky a úlohy</i>	110
5.2	Pohyblivé časti spalovacích motorov	111
5.2.1	Kľukové ústrojenstvo piestových motorov	111
5.2.1.1	Účel, časti a vlastnosti kľukového ústrojenstva	111
5.2.1.2	Piesty, piestové krúžky a piestové čapy	111
	<i>Otázky a úlohy</i>	119
5.2.1.3	Ojnice a ložiská	119
5.2.1.4	Kľukové hriadele a zotrvačníky	121
	<i>Otázky a úlohy</i>	126
5.2.1.5	Tlmiče torzných kmitov kľukového hriadeľa	126
5.2.1.6	Určenie základných parametrov kľukového ústrojenstva	127
	<i>Otázky a úlohy</i>	132
5.2.2	Rozvádzacie ústrojenstvo piestových motorov (Ing. Stacho)	132
5.2.2.1	Funkcia a druhy rozvádzacích ústrojenstiev	132
5.2.2.2	Zloženie a činnosť rozvádzacích ústrojenstiev štvortaktných motorov	133
	<i>Otázky a úlohy</i>	145
5.2.2.3	Moderné konštrukcie rozvodov štvortaktných motorov	146
5.2.2.3.1	Používanie viacventilovej techniky	146
5.2.2.3.2	Konštrukčné riešenia viacventilových techník	148
5.2.2.3.3	Variabilné časovanie ventilového rozvodu	149
	<i>Otázky a úlohy</i>	155
5.2.2.3.4	Zvláštne konštrukcie ventilových rozvodov	156
5.2.2.4	Rozvádzací mechanizmus dvojtaktných motorov	159

5.3 Mazacia sústava motora	161
5.3.1 Funkcia mazacej sústavy a spôsoby mazania	161
5.3.1.1 Spôsoby mazania spaľovacích motorov	163
5.3.2 Zloženie a činnosť jednotlivých častí tlakovej mazacej sústavy	165
5.3.2.1 Opis a činnosť hlavných častí tlakovej mazacej sústavy	165
5.3.2.2 Obsluha mazacej sústavy	171
<i>Otázky a úlohy</i>	172
5.4 Chladiaca sústava motora	173
5.4.1 Funkcia a spôsoby chladenia motorov	173
5.4.2 Zloženie a činnosť kvapalinovej chladiacej sústavy	173
5.4.2.1 Opis a činnosť hlavných častí kvapalinovej chladiacej sústavy	178
5.4.3 Zloženie a činnosť vzduchovej chladiacej sústavy	183
5.4.3.1 Konštrukčné zvláštnosti vzduchovej chladiacej sústavy	186
5.4.4 Údržba a obsluha chladiacich sústav	188
<i>Otázky a úlohy</i>	189
 <i>Literatúra</i>	 190

1.1 História vzniku automobilov

Ludia sa oddávna usilovali uľahčovať ťažkú fyzickú prácu. Už od nepamäti ťažkú silu nahrádzala najmä sila zvierat. Sú aj známe dôkazy o tom, že napr. v starej čínskej kultúre dávno pred našim letopočtom používali vozy poháňané silou vetra – suchozemské plachetnice. Poznatky z gréckej kultúry z obdobia asi 1000 rokov pred n. l. hovoria o voze poháňanom silou otrokov. Takéto vozy sa za čias rímskych cisárov používali aj na prepravu osôb.

Aj v stredovekej Európe sa mnohí učenci snažili zostrojiť samohybné vozidlá (Bacon, Leonardo da Vinci, Leibnitz, Newton a iní). Príkladom je plachetnicový voz poháňaný silou vetra, ktorý v roku 1600 zostrojil holandský matematik Simon Stevin.

Prelom v úsilí získať pomocníka na uľahčenie ťažkej fyzickej námahy predstavoval objav parného stroja, ktorý v roku 1769 skonštruoval škótsky vynálezca James Watt.

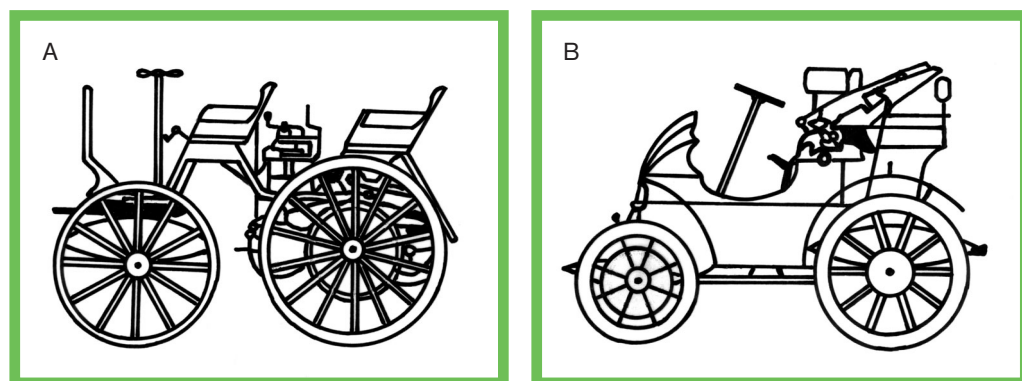
Prvý použil parný stroj v automobile Francúz Nicolas Cugnot, ktorý v roku 1769 predviedol v Paríži trojkolesové vozidlo dosahujúce rýchlosť 5 km za hodinu.

Muselo prejsť ďalších takmer 100 rokov, kým sa v roku 1860 objavil prvý automobil so spaľovacím motorom a elektrickým zapáľovaním poháňaný svietiplynom. Jeho konštruktérom bol Francúz Etienne Lenoir.

Ďalšie medzníky súvisiace s vývojom motorových vozidiel uvádzame v skratke:

1862 – Otto konštruuje prvý plynový motor pracujúci podľa štvortaktného pracovného obehu.

1863 – Daimler a Maybach vyvíjajú prvý štvortaktný benzínový motor so zapáľovacou žeraviacou rúrkou.

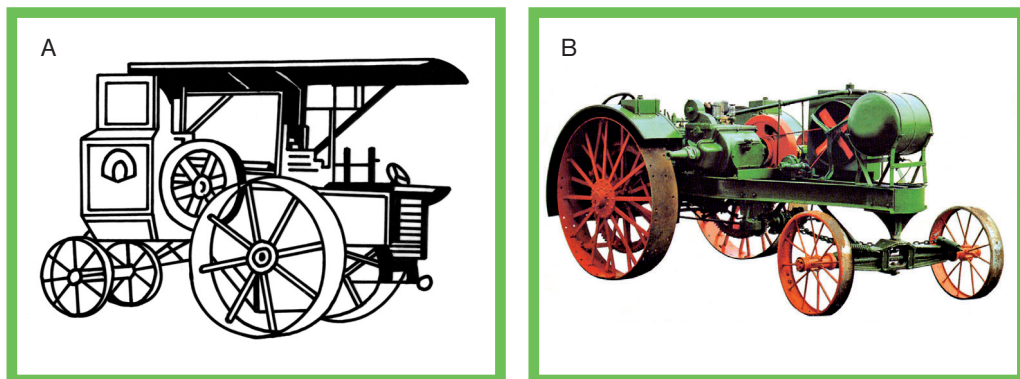


Obr. 1.1

A - Daimlerov kočiar s benzínovým motorom, B - elektromobil Lohner-Porsche

- 1879 - Rus Kostovič zostrojil benzínový motor s protibežnými piestami a elektrickým zapáľovaním s výkonom 59 kW. Motor mal veľmi priaznivú hmotnosť - len 240 kg.
- 1885 - Daimler vyrába prvé motorom poháňané dvojkolesové vozidlo.
- 1886 - Karl Benz skonštruoval prvý motor s batériovým zapáľovaním a namontoval ho do trojkolesového vozidla. Súčasne Daimler vyrába prvý štvorkolesový kočiar s benzínovým motorom.
- 1887 - Bosch konštruuje elektrické prerušovacie zapáľovanie.
- 1888 - Angličan Dunlop ako prvý vynášiel pneumatiku.
- 1893 - Maybach konštruuje karburátor so vstrekovacou dýzou.
- 1893 - Rudolf Diesel patentuje spaľovací motor zapáľujúci palivo kompresným teplom.
- 1897 - Man vyrába prvý prevádzkyschopný dieselový motor.
- 1897 - Lohner a Porsche vyrábajú prvý elektromobil na svete.
- 1913 - Ford ako prvý zavádza pásovú výrobu automobilov.
- 1923 - Benz a Man predstavujú verejnosti prvý nákladný automobil so vznetrovým motorom.
- 1936 - Daimler a Benz vyrábajú sériový automobil so vznetrovým motorom.
- 1949 - Michelin vyrába prvé nízko profilové pneumatiky.
- 1950 - Rover predstavuje ako prvý motorové vozidlo poháňané plynovou turbínou.
- 1954 - Firma NSU-Wankel predstavuje prvý motor s rotačnými piestami.
- 1966 - Firma Bosch zavádza do výroby elektronicky riadené vstrekovanie benzínu.
- 1970 - Zavádzajú sa bezpečnostné pásy pre vodiča a spolujazdca.
- 1978 - Zavádza sa používanie ABS v konštrukcii brzd motorových vozidiel.
- 1984 - Zavádza sa používanie airbagu a predpínačov bezpečnostných pásov.
- 1985 - Zavádzajú sa riadené katalyzátory pre benzínové motory.
- 1997 - Zavádzajú sa elektronicky riadené systémy podvozka ESP.

Snahy o uľahčenie ľudskej práce aj v poľnohospodárstve sa prejavili v 19. storočí, keď začali vznikať také konštrukcie mobilných energetických zdrojov, ktoré už umožňovali nahradíť ťažkú prácu ľudí pri poľnohospodárskych prácach. Uvedieme aspoň niektoré z nich.



Obr. 1.2

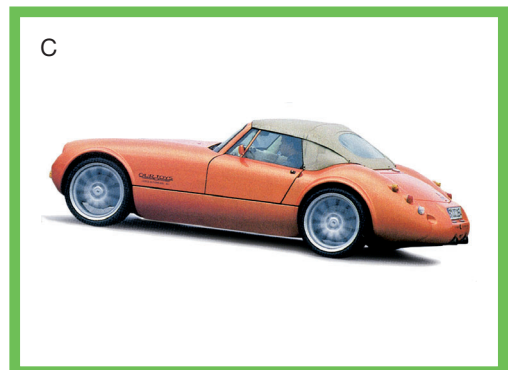
Schémy prvých traktorov. A - Maminov traktor, B - traktor Lanz Bulldog, predchodca dnešných úspešných traktorov John Deere

- 1870 - Rus Dimitrij Zagrzažskij zostrojil prvý pásový traktor na svete poháňaný parným motorom.
- 1876 - Nevoľník Fiodor Blinov tento traktor zdokonalil tak, že mal všetky prvky pojazdového ústrojenstva, ako ich poznáme dnes.
- 1908 - V Amerike skonštruovali prvý pásový traktor poháňaný piestovým spaľovacím motorom.
- 1910 - Rus Jakov Vasilievič Mamin ako prvý v cárskom Rusku skonštruoval kolesový traktor poháňaný dieselovým motorom (obr. 1.2 - A).

1.2 Rozdelenie motorových vozidiel podľa účelu, konštrukcie a vyhotovenia

Motorové vozidlá možno rozdeliť podľa jednotlivých hľadísk takto:

1. Podľa **účelu** sa motorové vozidlá delia na:
 - a) *Vozidlá* určené na dopravu osôb a nákladov. Pohybujú sa motorickou silou a patria sem osobné automobily (obr. 1.3 - A, B, C), nákladné automobily (obr. 1.4 - A, B), autobusy (obr. 1.5) a prípojné vozidlá (obr. 1.6 - A, B).
 - b) *Traktory* sú určené predovšetkým na ťahanie, posúvanie, nesenie a na pohon rozličných strojov pri poľnohospodárskych prácach a pri prácach v iných odvetviach, napr. pri ťažbe dreva, na stavbách a pod.



Obr. 1.3

Osobné vozidlá. A - sedan Škoda Octavia, typ Monteux, B - športovo úžitkové vozidlo (SÚV) Audi Pikes Peak quattro, C - roadster



Obr. 1.4

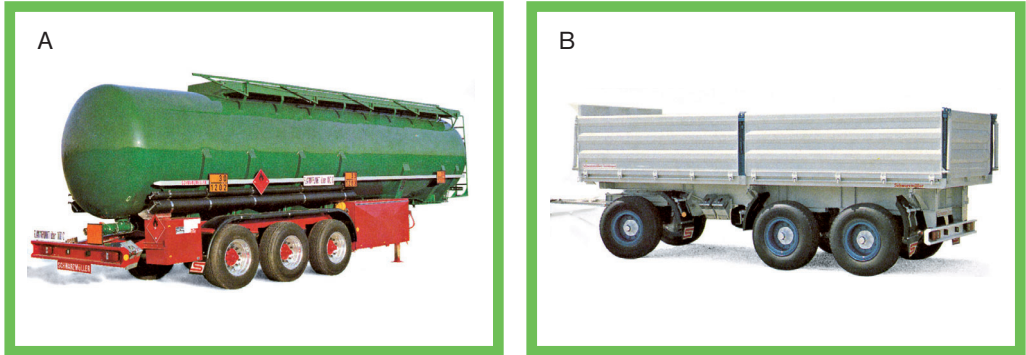
Nákladné automobily. A - Tatra, typ T-815, B - ťahač návesov Volvo, typ FH 480



Obr. 1.5

Medzimestský autobus Neoplan

2. Podľa **pohonu** sa vozidlá delia na:
- Motorové.** Majú vlastný zdroj energie.
 - Prípojné.** Patria sem prívesy, návěsy, postranné vozíky a prípojné pracovné nástroje. Motorové a prípojné vozidlá spolu tvoria pojazďovú súpravu.



Obr. 1.6

Prípojné vozidlá. A - návěs k nákladnému automobilu, B - príves k nákladnému automobilu

3. Podľa **rozloženia kolies** sú vozidlá:
- Jednostopové.** Ich kolesá sú v jednej pozdĺžnej rovine súmernosti vozidla a patria sem motocykle, skútre a mopedy.
 - Dvojestopové.** Ich kolesá sú v dvoch rovnobežných pozdĺžnych rovinách a patria sem osobné a nákladné automobily, autobusy, traktory a iné vozidlá.
 - Trojstopové.** Patria sem trojkoľky.
4. Podľa **počtu náprav** môžu byť vozidlá:
- Jednonápravové.** Patria sem jednonápravové malotraktory.
 - Dvojnápravové.** Patria sem osobné automobily a časť nákladných automobilov, traktory a niektoré zberové stroje (obilné kombajny, zberacie rezačky a pod.).
 - Viacnápravové.** Patria sem ťažšie nákladné automobily, ťahače návěsov a špeciálne prepravníky aj podvozky mobilných žeriavov.
5. Podľa **druhu pojazďového ústrojenstva** sa motorové vozidlá delia na:
- Kolesové.** Sú konštrukčne jednoduchšie. Kolesá sú hnacie a hnané, riaditeľné a neriaditeľné. Nevýhodou je väčší merný tlak na pôdu (asi $0,15 \cdot 10^6$ Pa) a väčší preklz hnacích kolies, čo sú veľmi dôležité vlastnosti pre prácu na poliach.
 - Pásové.** Sú konštrukčne zložitejšie a sú určené do ťažších podmienok. Výhodou pri používaní je menší merný tlak ($0,03 \cdot 10^6$ Pa) a značne menší preklz pri prenose ťažnej sily. Využívajú sa najmä vo vojenskej technike a pri poľnohospodárskych traktoroch.
 - Polopásové.** Vyskytujú sa len ojedinele pri niektorých poľnohospodárskych strojoch, napr. obilné kombajny určené na zber ryže alebo pri zbere plodín za veľmi sťažných podmienok.

1.2.1 Rozdelenie traktorov podľa určenia



Obr. 1.7

Univerzálny traktor Zetor, typ Forterra

Traktory sa delia podľa určenia na vykonávanie určitého druhu práce takto:

1. *Univerzálne traktory.* Vyhovujú na viaceré účely. Sú to väčšinou dvojnápravové kolesové traktory. Zadná náprava je hnacia, predná s riaditeľnými kolesami, pri časti univerzálnych traktorov sú obidve nápravy hnacie (obr. 1.7).
2. *Kultivačné traktory.* Sú určené na obrábanie pôdy medzi riadkami plodín a ich ochranu (najčastejšie chemickú). Sú ľahšie, majú úzke hnacie kolesá a vyššiu svetlú výšku (až 0,7 m). Konštrukcie náprav moderných kultivačných traktorov umožňujú zmenu rozchodu kolies a svetlej výšky podľa potreby pestovaných plodín.



Obr. 1.8

Pol'né ťahače. A – kolesový od firmy John Deere, typ 8410, s výkonom 198 kW, B – pásový od firmy Challenger, typ MT 845, s výkonom 304 kW, C – kĺbový kolesový traktor od firmy Horsch, typ K 735

3. *Poľné ťahače.* Sú to traktory s pásovým alebo kolesovým pojazdom ústrojenstvom s pohonom všetkých kolies. V súčasnosti sú to najčastejšie traktory s dvojdielnym rámom, ktorého časti sú spojené kĺbom a riadia sa vychyľovaním obidvoch častí okolo kĺba (lomením). Tieto traktory sa vyznačujú veľkými výkonmi motorov a sú určené na práce vyžadujúce veľkú ťažnú silu (v poľnohospodárstve na orbu, podryvanie a pod.). Patria sem napr. pásové traktory John Deere 8410 (obr. 1.8 - A), Challenger MT 845 (obr. 1.8 - B) a Case STX 450 (obr. 1.8 - C).
4. *Špeciálne traktory.* Sú konštruované na špeciálne účely, napr. na práce vo viniciach, chmeľniciach, na svahoch, ako nosiče zberových strojov a pod.

1.3 Časti motorových vozidiel, ich hlavný účel, základná terminológia a technické údaje

Časti bežne používaných motorových vozidiel, ich účel, spôsob činnosti a usporiadanie sú pri väčšine motorových vozidiel podobné. Členenie jednotlivých častí je zrejme zo schémy (tab. 1, s. 16). Túto schému možno aplikovať na traktorech a nákladných automobiloch aj na osobných a dodávkových automobiloch s rámovou konštrukciou podvozka.

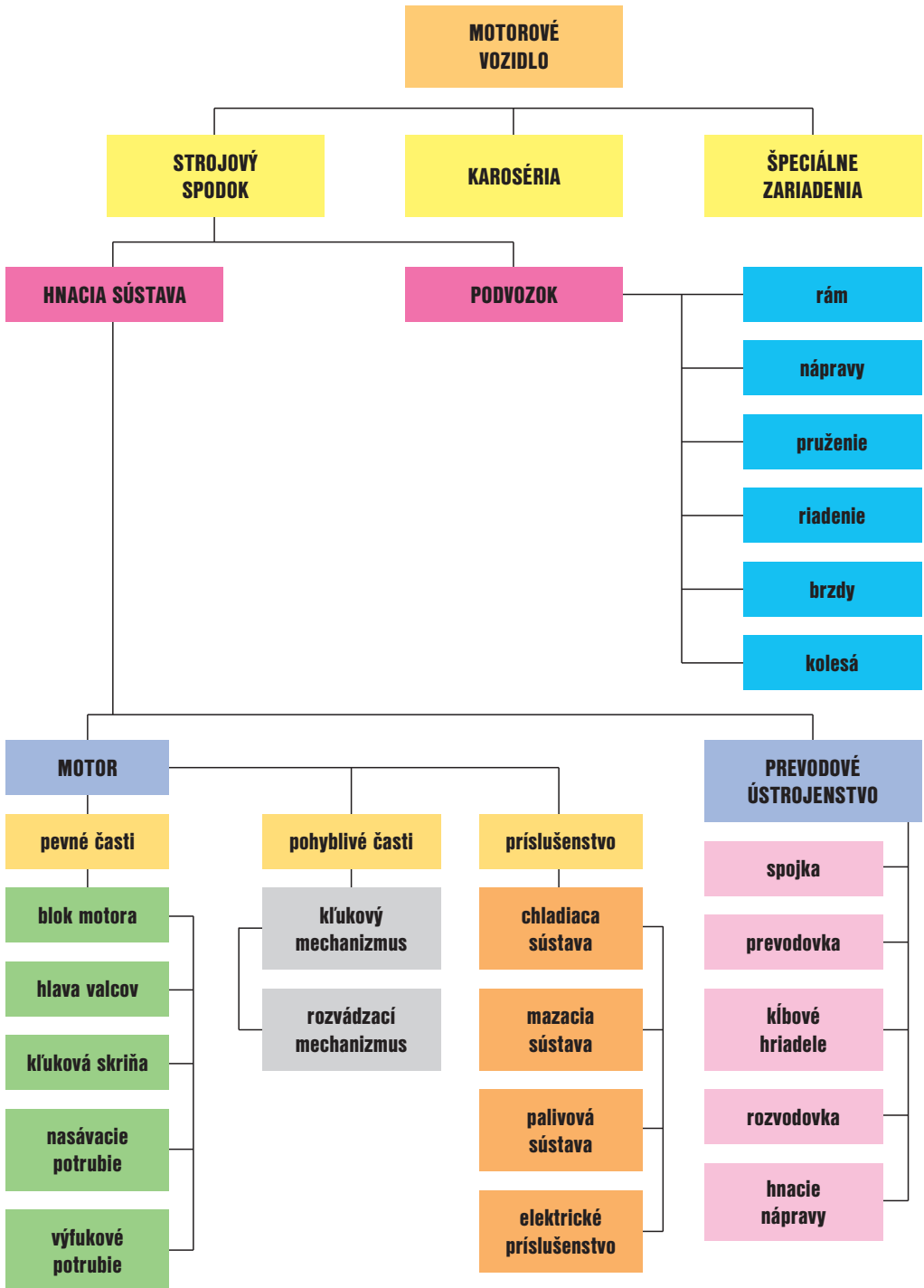
1.3.1 Účel jednotlivých častí motorových vozidiel a základná terminológia

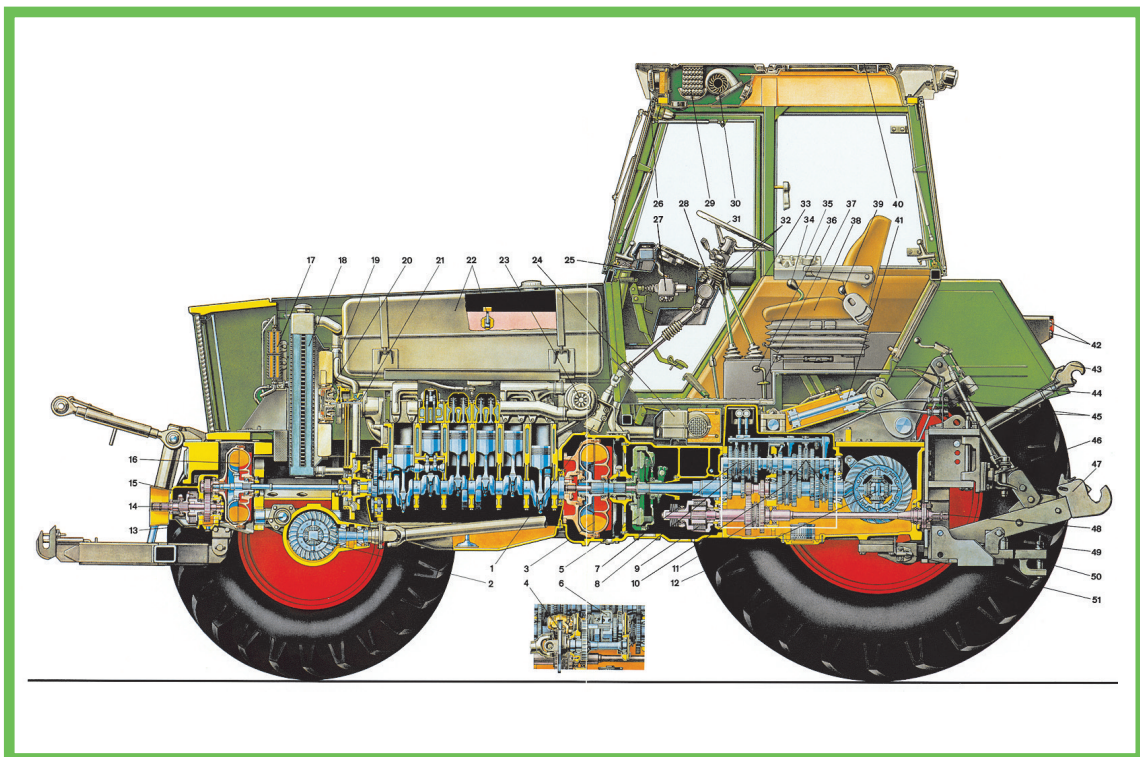
- **Motorové vozidlo** tvoria dve základné časti: strojový spodok a karoséria. Vozidlá určené na špeciálne účely sú vybavené navyše aj špeciálnym zariadením.
- **Strojový spodok** je základnou nosnou časťou motorového vozidla zabezpečujúcou pohyb vozidla. Tvoria ho hnacia sústava a podvozok.
- **Karoséria** je nadstavbová časť vozidla, ktorá podľa typu vozidla spĺňa špecifické požiadavky.
- **Špeciálne zariadenia** umožňujú používať vozidlo na špeciálne účely.
- **Hnacia sústava** zabezpečuje energiu a jej rozvod až na hnacie kolesá alebo hnacie pásy podvozka. Pozostáva zo spaľovacieho motora a prevodového ústrojenstva.
- **Motor** umožňuje premenu tepelnej energie obsiahnutej v palive na mechanickú prácu a je zdrojom energie traktorov a automobilov. Od jeho činnosti závisí chod celého stroja. V súčasnosti sa v dnešných traktorech a nákladných automobiloch používajú výlučne len štvortaktné vznetrové motory.

Spaľovacie motory sa rozdeľujú podľa jednotlivých hľadísk takto:

- a) podľa spôsobu zapalovania paliva alebo zmesi na zážihové a vznetrové,
- b) podľa pracovného obehu na štvortaktné a dvojtaktné,
- c) podľa naplňovania na motory s nasávaním a s prepĺňaním,
- d) podľa druhu rozvodu na motory s ventilovým rozvodom, posúvačovým rozvodom, pístovým rozvodom, s poloventilovým rozvodom,
- e) podľa spôsobu chladenia na chladené kvapalinou a chladené vzduchom.

Tabuľka 1





Obr. 1.9

Celkový rez traktorom typu FENDT.

1 - prevodovka posilňovača riadenia, 2 - pohon predných kolies s uzávierkou, 3 - hydraulická spojka, 4 - kotúčová brzda predného pohonu, 5 - pojazďová spojka, 6 - záťažová spojka predného pohonu, 7 - synchronizovaná prevodovka, 8 - synchronizačná spojka, 9 - spojka pohonu vývodového hriadeľa, 10 - prevodovka plynulej zmeny prevodových stupňov pod záťažou, 11 - prevod zmeny otáčok vývodového hriadeľa, 12 - diferenciál zadného mostu, 13 - hydraulický valec posilňovača riadenia, 14 - predný vývodový hriadeľ, 15 - spojka pohonu predného vývodového hriadeľa, 16 - hydrodynamická spojka pohonu predného vývodového hriadeľa, 17 - olejový chladič, 18 - chladič chladenia motora, 19 - dvojokruhový termostat, 20 - viskózná spojka pohonu ventilátora, 21 - vodné čerpadlo, 22 - palivová nádrž s el. ukazovateľom množstva paliva, 23 - turbokompresor, 24 - radiátor kúrenia kabíny, 25 - teplovzdušné vedenie, 26 - prídavné svetlomety, 27 - hlavný brzdový valec, 28 - bezpečnostný hriadeľ volantu riadenia, 29 - zvlhčovač vzduchu, 30 - prívod čerstvého vzduchu, 31 - smerovo prestaviteľný volant, 32 - páky riadenia prevodových stupňov, 33 - páka ovládania vývodového hriadeľa, 34 - páka ovládania dvoch hydraulických riadiacich ventilov, 35 - ovládacia konzola elektrohydraulického riadenia (EHR), 36 - prepínanie druhu pojazďových rýchlostí („zajac-korytnačka“), 37 - záťažové zapínanie uzávierky diferenciálu, 38 - sedadlo traktoristu, 39 - páčka elektromechanického nastavovania sedadla, 40 - vyklápacie strešné okno, 41 - hydraulický valec zadného hydraulického závesu, 42 - ovládač zadného hydraulického závesu, 43 - horné ťažlo hydraulického závesu, 44 - prevodovka nastavovania polohy zvislého ťažla hydraulického závesu, 45 - rýchlospojky hydraulického obvodu, 46 - výškovo nastaviteľné ťažné zariadenie, 47 - rýchlopínač spodného ramena hydraulického závesu, 48 - zadný vývodový hriadeľ, 49 - spodné ťažné zariadenie, 50 - čas ťažného zariadenia, 51 - snímač záťaženia spodných ramien hydraulického závesu

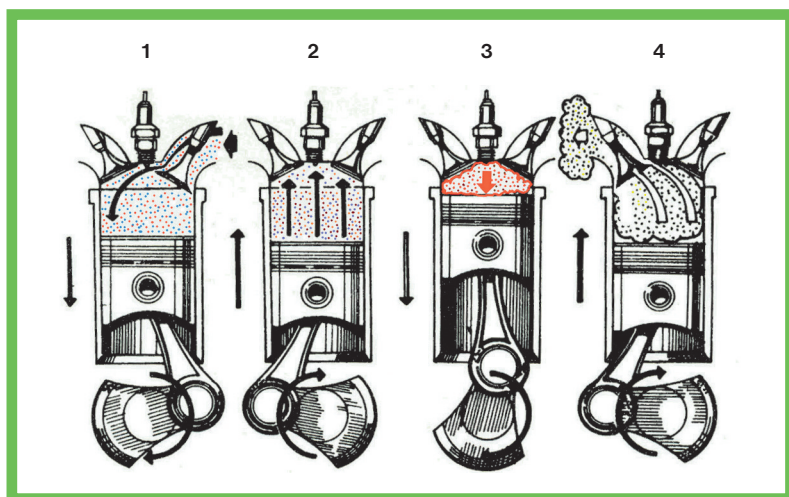
1.3.1.1 Činnosť spalovacieho motora

■ Štvortaktný zážihový motor

Pracovný obeh (cyklus) štvortaktného zážihového motora sa skladá zo štyroch fáz, ktoré sa nazývajú taktmi (obr. 1.10). Taktom sa rozumie dráha piesta z horného úvratu (ďalej len HÚ) do dolného úvratu (ďalej len DÚ) alebo naopak. Počas jedného taktu sa kľukový hriadeľ otočí o 180° . Celý pracovný obeh teda prebehne za dve otáčky kľukového hriadeľa. Jednotlivé takty prebiehajú v takomto poradí:

1. Nasávanie
2. Stláčanie – kompresia
3. Expanzia
4. Výfuk

1. **Nasávanie.** Pri tomto takte sa piest pohybuje z HÚ do DÚ a cez otvorený nasávací ventil sa do priestoru nad piestom nasáva alebo je vtlačaná (pri preplňovaných motoroch) zmes paliva so vzduchom alebo čistý vzduch (pri motoroch s priamym vstrekaním paliva do valca). Vzduch potrebný na činnosť motora prechádza čističom.



Obr. 1.10
Schéma pracovného obehu štvortaktného zážihového motora.
1 - nasávanie,
2 - stláčanie,
3 - expanzia,
4 - výfuk

2. **Kompresia.** Piest sa pohybuje z DÚ do HÚ a po uzavretí nasávacieho ventilu sa zmes alebo vzduch začne vo valci stláčať a zahrievať. Tesne predtým, ako piest dosiahne HÚ, medzi elektródami zapalovacej sviečky preskočí iskra, ktorá stlačenú zmes zapáli. Teplo vzniknuté horením prudko zvýši tlak plynov vo valci.
3. **Expanzia.** Obidva ventily sú uzavreté. Horúce plyny zahriate horením zmesi pôsobia za HÚ na dno piesta tlakom a konajú užitočnú prácu, ktorú piest odovzdáva kľukovému hriadeľu. Zo všetkých taktov je expanzia jediný pracovný takt, ostatné takty sú pomocné a vyžadujú privedenie energie.
4. **Výfuk.** Piest sa pohybuje z DÚ do HÚ a cez otvorený výfukový ventil vyláča spaliny z valca do výfukového potrubia.